

出國報告（出國類別：考查）

赴大陸成都、石家莊考查氣體流量校正實驗室

服務機關：台灣中油股份有限公司

煉製研究所

姓名職稱：羅仁聰機械工程師

派赴國家：大陸成都、石家莊等地

出國期間：107年05月07日至05月12日

報告日期：106年6月04日

## 摘要

本單位協助天然氣事業進行計量用氣體流量計校正，近來流量計發展趨勢為多聲道超音波流量計，並往高壓、大流量發展，大陸在流量計計量領域發展快速，新型校正實驗室林立，其流量規模亦相當大。本實驗室規劃擴大校正流量，以提升計量用流量計之準確度，故擬考查大陸國家石油天然氣大流量計量分站(成都)、河北省品質技術監督檢驗檢測研究中心(石家莊)，並與其研究人員技術交流，了解大尺寸流量計之校正系統、流量計發展現況、計量站建置方式、系統操作及運行管理，並收集相關資料，以作為未來實驗室擴大校正能量之參考依據。

## 目錄

壹、	前言 .....	4
貳、	行程內容 .....	6
2.1.	行程內容 .....	6
2.2.	成都華陽天然氣實流校正站 .....	7
2.3.	河北省石家莊計量監督檢測院 .....	13
2.4.	大陸天然氣計量站設計概念與發展 .....	17
2.5.	大陸天然氣計量發展 .....	22
參、	心得與建議 .....	25
肆、	參考文獻 .....	28

## 壹、前言

中國大陸天然氣的發展由 1996 年 5 月，在北京召開的“城市燃氣發展及對策研究會”，對城市燃氣事業的發展方向為：大力發展天然氣、積極推廣液化石油氣、限制燃煤氣。在此方針的指引下，大陸透過“西氣東輸、海氣上岸、LNG 登陸”等一系列工程，擴大天然氣應用，城市燃氣進入了天然氣時代，短短幾年內，天然氣供應量迅速增長，年均增長率高達 17.8%。至 2017 年底，天然氣在城市燃氣中所占的比例已達到 65%，天然氣已經成為城市燃氣的第一大氣源，天然氣使用量的增加使計量更形重要，大陸在天然氣計量領域的發展概念為朝多元選用各式儀表及計量單位轉為能量計量概念規劃。

在多元儀表計量由各新式計量儀表精度提升，例如由流孔板流量計擴大為渦輪或超音波流量計應用，使計量儀錶從單一選向轉為多元化發展，例如中低壓、中小流量可選擇智慧型速度式流量計(渦輪、旋進漩渦流量計)，高壓、大流量可選擇氣體超聲流量計，流量變化範圍大的中低流量可選擇文氏或流孔板流量計，並在量傳溯源體系、分析測試技術、流量量值比對、流量檢測等進行查核驗證，以強化計量準確性；計量單位由體積計量強化為質量(熱值)計量，天然氣的能量計量是在體積測量的基礎上，再配備天然氣發熱量的測量裝置，在天然氣貿易計量中，以能量的方式進行結算是最公平的方法，故大陸已建構各種質量計量標

準，並與國際接軌，進行國際能力驗證和與比對，以求自主化增進，並進一步完善國內標準體系，主導國際標準修訂。

透過一系列的投資與研究，大陸完善逐步完善測量技術等進展，對天然氣質量控制和計量技術的科技提升、加強標準化跟蹤、研究和制修訂等，以確保大陸在天然氣貿易計量的準確可靠和公平公正，

## 貳、行程內容

### 2.1. 行程內容

日期	時間	行程	討論內容	參觀地點
5/7	14:30~17:30 (BR772)	自桃園機場至成都雙流機場	轉輸	桃園→成都
5/8	8:00~9:00	驅車前往成都天然氣大流量計量站	轉輸	成都
	9:00~12:30	參訪成都天然氣大流量計量站	1. 環道校正系統 2. LDV 原級追溯系統 3. 流量稱重原級追溯系統	成都
	13:00~17:00	交流討論	1. 天然氣實流校正技術 2. 大陸流量計強檢標準訂定 3. 校正流程管理	成都
5/9	10:00~13:00	自雙流機場至石家莊正定機場	轉輸	成都→石家莊
	13:00~17:00	參訪河北省品質技術監督檢驗檢測研究中心	1. 高壓氣體環道校正系統 2. 水環道系統 3. 原級稱重系統	石家莊
5/10	9:30~12:00	參訪河北省品質技術監督檢驗檢測研究中心	1. 高壓氣體環道校正系統 2. 水環道系統 3. 原級稱重系統	石家莊
	13:00~17:00	與河北省品質技術監督檢驗檢測研究中心交流討論	1. 標準修訂 2. 流量計強檢應用現況	石家莊
5/11	9:30~17:00	與河北省品質技術監督檢驗檢測研究中心交流討論	1. 大型風機建置現況 ( $4000\text{m}^3/\text{h}$ , $\Delta P=2.7\text{bar}$ ) 2. 計量人員培訓討論 3. 計量標檢修訂現況	石家莊
	19:00~21:00	搭高鐵至北京	轉輸	石家莊→北京
5/12	13:00~17:00	自北京首都機場至桃園機場	轉輸	北京→桃園

## 2.2. 成都華陽天然氣實流校正站

成都華陽天然氣實流計量站屬於大陸國家原油大流量計量站系統之一，由大陸品質監督檢驗檢疫總局授權的法定計量檢定機構，並由中國石油西南油氣田分公司代為管理與執行，進行大陸天然氣計量器具的檢定和校正業務，並從事天然氣流量計量技術的研究、標準和規範修定工作。該站擁有質量—時間 (mt) 法氣體原級標準裝置、臨界流文丘利噴嘴氣體、流量次級標準裝置和移動式氣體超聲校正裝置，近期又擴建天然氣實流環道校正系統(圖 2)，該系統原規劃 13000m<sup>3</sup>/h，壓力 4MPa，現已先建置 6500 m<sup>3</sup>/h 之風機及相關設施例如過濾器、冰水冷卻系統、各型標準件、查核件、環道管路、安全監測系統等，為流量為 5~6500m<sup>3</sup>/h 之校正系統，綜合不確定度為 0.25%，標準件可追溯至原級稱重單位，該站可進行各款流量計之檢定和校準，授權檢定和校準的氣體流量計有臨界流、差壓式、速度式、容積式和品質式 5 種，其各個校正系統一覽表如表 1 所示。

表 1 成都天然氣分站授權檢定項目

序号	授权检定项目名称	测量范围	准确度等级或测量扩展不确定度	依据检定规程编号
1	气体临界流流量计	压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 1.3\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 2.47)\text{kg/s}$ ]	0.25%~1.0%	JJG 620-1994
2	气体差压式流量计	压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 1.3\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 2.47)\text{kg/s}$ ] 压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 10\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 19.2)\text{kg/s}$ ]	0.25%~1.0%  0.5%及以下	JJG 640-1994
3	气体速度式流量计	压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 1.3\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 2.47)\text{kg/s}$ ] 压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 10\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 19.2)\text{kg/s}$ ]	0.25%~1.0%  0.5%及以下	JJG 198-1994
4	气体容积式流量计	压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 1.3\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 2.47)\text{kg/s}$ ] 压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 13\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 19.2)\text{kg/s}$ ]	0.25%~1.0%  0.5%及以下	JJG633-1990
5	气体质量式流量计	压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 10\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 19.2)\text{kg/s}$ ] 压力: $\leq 4.0\text{Mpa}$ ; 口径: $\geq 25\text{mm}$ ; 流量: $(26\sim 10\times 10^4)\text{m}^3/\text{h}$ [ $(0.005\sim 19.2)\text{kg/s}$ ]	0.25%~1.0%  0.5%及以下	JJG 897-1995

該站之天然氣實流環道系統由數部渦輪標作為標準件，其尺寸為 2 吋、4 吋及 6 吋，並以超音波流量計為查核件，標準件追溯該計量站之另一套原級稱重系統，該原級系統追溯至砝碼重量單位，並以音速噴嘴為傳遞標準件，音速噴嘴因其構造簡單，系統穩定且追溯容易所以被許多國家流量實驗室作為傳遞標準，每五年需以稱重系統校正音速噴嘴。環道系統採用循環式操作的高壓氣體流量校正系統進行待校件校正，環道系統如圖 2 所示，天然氣流體由大型風機(鼓風機)推動(圖 5)，可推動之風量為 5-6500  $\text{m}^3/\text{hr}$ ，該風機由一大型變頻器(圖 6)控制電流量，



將 3 相 380V 轉為直流電並調控電流，進而控制功率輸出調整轉速，待校  
流量計管徑尺寸自 2 吋至 12 吋，管徑之銜接法蘭可依待校件需求進行調  
整，一般為 class 150、300 及 600 磅，系統耐壓設計為 40 bar 以上，  
查核件選用超音波流量計(USM)，其廠牌主要為 AMG 及 Instromet(已被  
honeywell 併購)二款，超聲波聲道皆為 6path 以上；以高壓壓縮機建壓  
使系統內之高壓環境達到需求壓力；溫度控制則由另一房間之冰水製造  
機產生冷卻水，並以冷熱交換器與校正管路進行溫度對流，並冷卻水管  
控制風機內壁之溫度，系統之量測不確定度暫估為 0.25%(尚未認證)。



圖 1 中石油成都天然氣計量與校檢站



圖 2 成都計量站環道系統



圖 3 大型風機系統

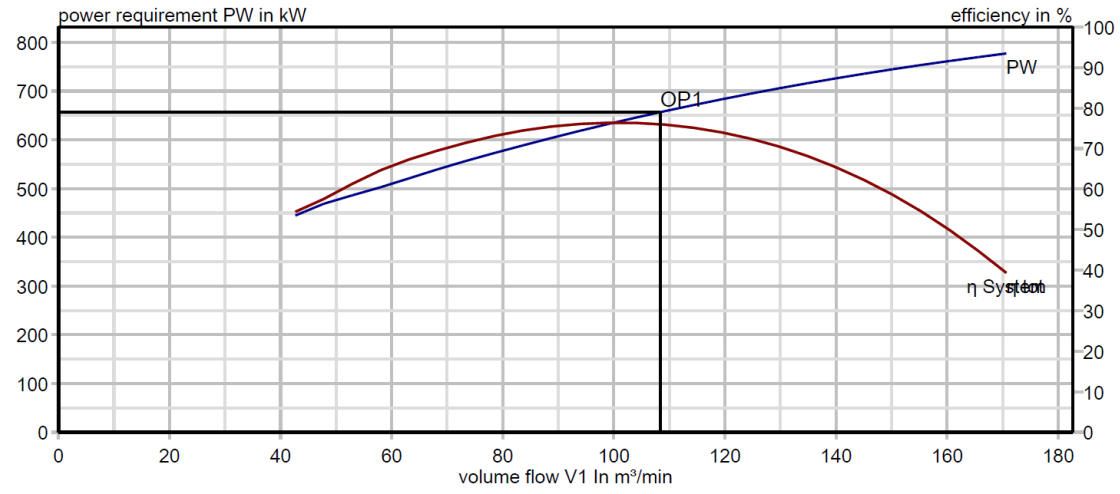
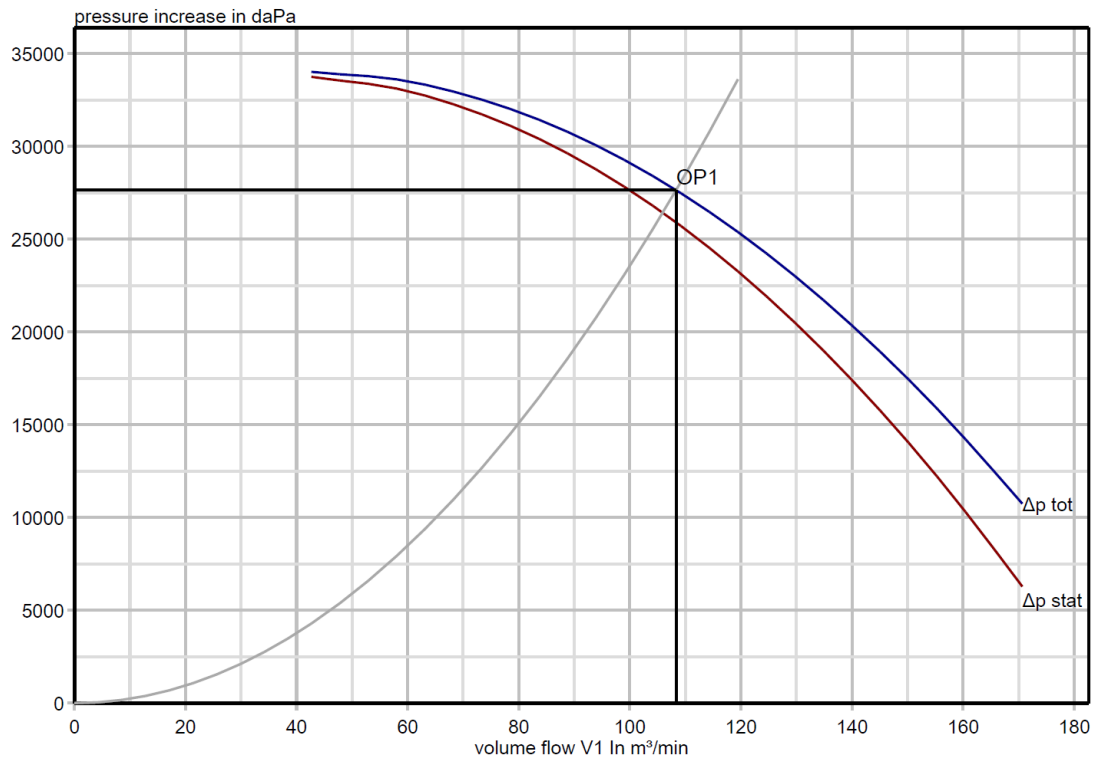


圖 4 風機壓損、能量耗損性能曲線

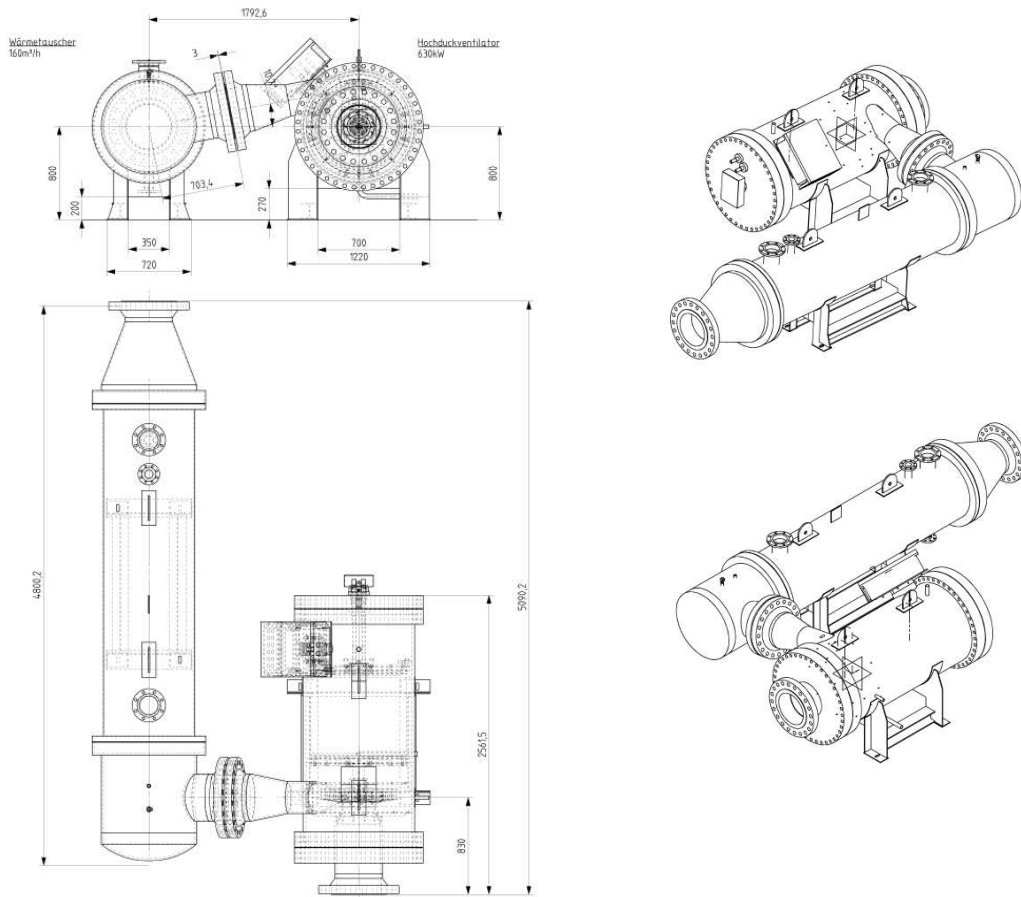


圖 5 成都龍陽校檢站大型風機系統



圖 6 成都校檢站大型風機變頻器系統

### 2.3. 河北省石家莊計量監督檢測院

河北省石家莊計量監督檢測院隸屬河北省品質技術監督局，前身是成立於1955年的河北省計量測試研究所，河北省人民政府品質技術監督行政管理部門依法設置的省級計量檢定機構，屬於非營利事業體，主要從事計量檢定、校準、測試的綜合性技術機構，並負責河北省內域內的量值傳遞及標準器具的強制檢定工作，為計量管理和行政執法提供技術保障；並承擔計量仲裁檢定、國家熱工流量儀錶的產品品質檢驗、計量器具新產品的型式評價；從事計量科學、檢測技術的研究。

該院主要設施及實驗室：國家熱工流量儀錶品質監督檢驗中心、國家水錶型式評價實驗室、國家燃氣表型式評價實驗室、國家熱能表型式評價實驗室、國家天平型式評價實驗室、國家衡器型式評價實驗室、國家非自動衡器型式評價實驗室、國家稱重感測器型式評價實驗室和國家稱重顯示器型式評價實驗室；河北省計量產品品質監督檢驗站、河北省泵類產品品質監督檢驗站、河北省資訊產品及網路工程質檢站、河北省滾動軸承產品品質監督檢驗站以及河北省公正計量行；建有省計量檢測工程技術研究中心、省計量校準檢測中心、省能源計量中心、省水錶計量檢定中心和河北省計量校準檢測集團(中心)，其中“河北省計量檢測工程技術研究中心”納入省重點實驗室管理序列。

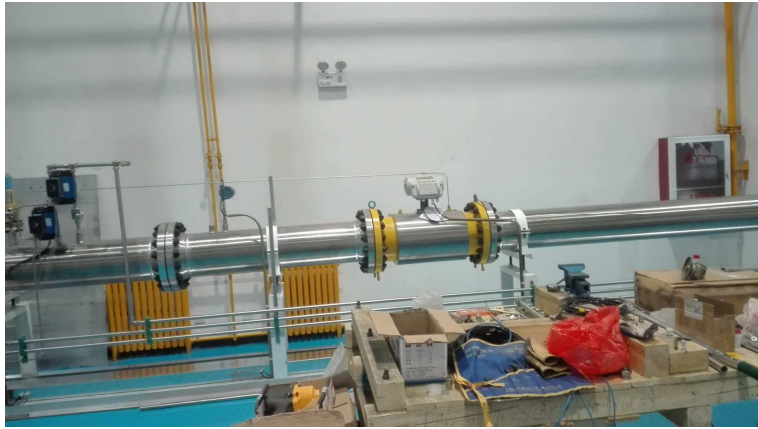
本次參訪重點為高壓氣體環道系統，石家莊新建之環道系統其規格

為，流率 5~4000m<sup>3</sup>/h，壓力 1-40bar，該系統已完成硬體建置，由於空間限制，該系統於不同樓層建置，一樓為主校正區，包括以渦輪流量計為標準件(2、4、6 吋)、查核件(AMG 及 Instromet 二款)如圖 7(a)、(b)所示、管路皆以 316 不銹鋼管作成，避免未來生鏽之可能；地下室為動力區，包括一台大型風機(4000m<sup>3</sup>/h，壓損設計 2.8bar，與成都分站同一款型風機)、過濾器、冷熱交換器等；二樓為冰水製造機，提供系統冷能利用。

(a)標準件區



(b)查核件



(c)風機系統





(d)換熱系統



(e)大型球閥

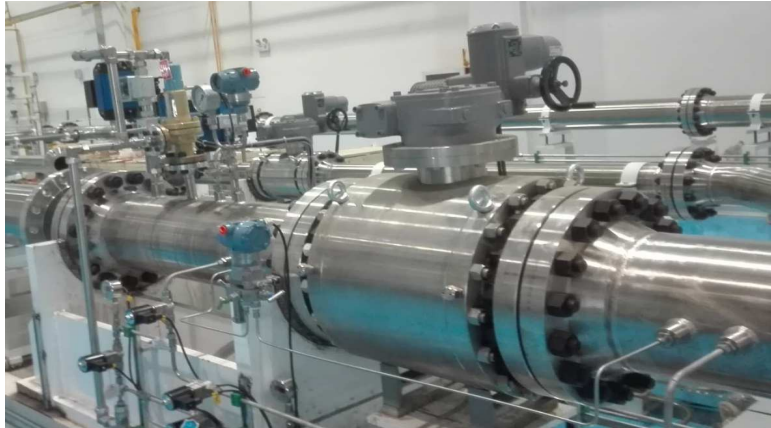


圖 7 高壓氣體流量環道校正系統



## 2.4. 大陸天然氣計量站設計概念與發展

大陸天然氣計量站之設計及建置可由硬體設計、施工建置、儀器設備等方面規劃，早期大陸天然氣流量計量一直以體積計量為計價依據，例如溫度 293.15 K(20°C)，壓力 101.325 kPa 時的狀態為天然氣計價標準狀態，自 70 年代以來，大陸除其國內技術外亦參照國外標準，進行了新型計量儀錶的開發，提高儀錶測量精度與可靠性，並制訂一系列計量與建站之國家標準，計量逐步朝質量(熱值)計價前進，計量站則朝標準化、模塊化發展，並且在天然氣儀錶的選型與使用，計量站之設備、建置、維護與管理、成分分析、定期溯源等方面進行發展，。

計量站重要的設施在硬體方面如：標準計量設施、分離過濾、調壓、增壓、清管、加注、加熱、防雷等措施；軟體的技術包括安全防護、安全連鎖裝置、自動保護概念、標準傳遞、計量技術、自動控制、基礎建設、水電供應系統等層面發展。

在天然氣計量站之設計要點另包括：

- (1). 應確保天然氣計量之的壓力、溫度和流量計能正常工作，同時也考慮氣流中的雜質、灰塵、冷凝物對計量的影響，並了解該站天然氣之特性(密度、成份、熱值、雜質性等)，進行計量站之設計與規劃，以確保該站之供氣穩定與計量準確。
- (2). 計量站每一計量管路的計量系統安裝成獨立的計量裝置，與其它配

套設備一起安裝時確保不受影響。

- (3). 確保安裝流量計所需之上、下游直管段長度要求，對管流影響有干擾的設備或管件，應安裝在流量計的下游直管段外，避免對其入口速度剖面的干擾以確保計量準確。
- (4). 應考慮在發生事故的情況下可以安全操作或在緊急事故發生時可以快速安全地關閉計量系統或供氣球閥。
- (5). 計量站可建在露天或室內隱蔽處，但須保證計量站裝置的安全操作和天然氣外洩排放速度及計量系統的準確度，同時應方便操作與維護檢修。
- (6). 控制和測量的環境條件應適宜和穩定，避免或需消除振動。
- (7). 如果天然氣氣源有回流現象發生，應考慮安裝單流閥或類似裝置，以避免因天然氣回流而引起的測量值誤差。
- (8). 應安裝監控計量系統性能的校準裝置

計量站的設計要點如表 1，對不同流量規模的計量站計量管路的設計準則分為 A、B、C 三個等級，表 2 中提供了不同準確度等級的計量系統所要求配套儀錶的準確度要求

表 2 不同等級的計量系統

設計能力 $q_m$ $m^3/h$ (標準參比條件)	$q_m \geq 500$	$500 \leq q_m \leq 5000$	$q_m \geq 50000$
1. 用於測量的校驗用系統如：串聯標準流量計			V
2. 溫度轉換	V	V	V
3. 壓力轉換	V	V	V
4. Z-轉換	V	V	V
5. 發熱量和氣體質量的確定			V
6. 每一時間週期的流量紀錄		V	V
7. 密度測量(代替 2、3、4)			V
準確度等級	C 級 ( 3.0 )	B 級 ( 2.0 )	A 級 ( 1.0 )
註 1、規模較小的計量系統使用上述功能不受限制；2、“V”建議配套內容			

表 3 計量系統配套儀表準確度

參數測量	計量系統準確度等級		
	A 級 ( 1.0 )	B 級 ( 2.0 )	C 級 ( 3.0 )
溫 度	0.5°C	0.5°C	1°C
壓 力	0.2%	0.5%	1.0%
密 度	0.25%	0.75%	1.0%
壓縮因子	0.25%	0.5%	0.5%
發熱量 *	0.5%	1.0%	1.0%
工作條件下體積流量	0.75%	1.0%	1.0%
註：*當供用氣雙方用能量流量交換時需要配套的項目			

天然氣計量設備包括：

- (1). 計量主要設備：用來確定計量站管路天然氣標準體積流量、品質流量或熱值的設備。如：流量計、壓力計、溫度計、密度計、氣體成分分析儀及流量電腦或轉換裝置等。
- (2). 計量附屬裝置：但如控制天然氣氣流的截斷閥：用來改善流速剖面、縮短直管段長度的流動調整器等。
- (3). 計量附加裝置：例如天然氣分離器或篩檢程式，用來預熱天然氣的加熱設備；用來降低噪音的噪音消音設備；調節閥；用來降低脈動和減振的阻尼設備；根據計量的其它要求而安裝的其它設備。

計量站之計量系統由天然氣流量計、參數測量傳送器、流量電腦，以及各輸出參數的轉換裝置所組成，以天然氣體積流量、質量流量或能量流量的相關程式進行運算，天然氣流量計量是多參數的組合，並通過單參數檢測、傳信、計算而間接得到的流量值。無論是體積流量、質量流量還是能量流量均涉及到與測量天然氣流體的流量計主參數測量和相關參數測量以及天然氣組成分析，並組成一個流量測量系統，並以台流量電腦，進行相應轉換後輸出標準參比條件下的體積流量、品質流量、能量流量，使用者可以任意選擇輸出量的方式，對壓力和溫度、密度變數進行調整。

其中在流量計的選用應考慮計量管路流量大小、變化波動情況、腐

蝕、潔淨、操作和維護，及經濟合理等因素，選用任何一種流量計均應依據相應的標準和生產廠的安裝使用說明書進行安裝和使用。選用儀錶時應考慮安裝條件下不能出現缺陷，最大工作壓力不會超過設計壓力和計量儀錶的額定壓力。被選儀錶在指定壓力、溫度和流量範圍內正常工作。所有儀錶及電子設備的防爆等級。

## 2.5. 大陸天然氣計量發展

近幾年外資企業不斷進入大陸天然氣市場並引進國外天然氣，大陸天然氣計量發展蓬勃發展，初期即規劃與國際接軌，在天然氣計量領域發展概念為計量單位轉為能量計量概念、多元化選用各種儀表、加強流量計精度研發提升、進行計量儀器校正、建立標準追溯鏈等方面發展，其天然氣計量業務之發展整理如下：

- (1). 朝質量法為計量的核心發展，配合國際 ISO 13686 《天然氣質量指標》及國際法制計量組織(OIML)於 1998 年發佈 R140 《氣體燃料計量系統》標準作為與各國之間簽訂天然氣貿易合約指南，大陸對天然氣質量控制參數、測量單位和測量方法標準進行了規定，訂定 GB17820 《天然氣》和 GB/T 18603 《天然氣計量系統技術要求》標準，天然氣應用並配合安全衛生、環境保護、經濟利益個方面要求發展，計量方式從體積計量擴向能量計量發展，並與國際接軌，並在量測溯源、分析測試技術、流量量值比對、流量檢測等方面進行控控以確保標準傳遞之可靠性與精確性。
- (2). 計量方式朝自動化、智慧化、遠端化發展，拜電子技術、電腦以及網路技術的發展，天然氣計量已逐步向線上、即時、智慧發展，並利用網路技術實現遠端化通訊、控制和管理，如 SCADA 系統的應用和智慧渦輪流量計智慧系統。

- (3). 檢定方式、量值溯源從靜態單參數向動態多參數溯源發展，早期大陸在流量計檢定方式並未完善，如標準孔板以幾何檢定法檢定孔板的 8 個靜態單參數來驗證流量計的準確，近幾年隨著大陸實流檢定技術的成熟，天然氣流量量值溯源正逐步向實流、高壓之檢定方向發展，即確實以天然氣為流場氣體，在接近現場實際天然氣狀態的條件下對流量的參數如壓力、溫度、氣質組分和流量總量進行調配，並以動態溯源校正。
- (4). 儀錶選用從單一儀錶朝多元化儀錶發展，大陸早期大都以流孔板為計量儀錶，選型單一，近幾年隨著對流量計發展與計量精度提升，不同的流量計有不同的特性和適應範圍，例如，對中低壓、中小流量可選擇智慧型速度式流量計(渦輪、漩進旋渦流量計)；對高壓、大流量可選擇氣體超聲流量計等。
- (5). 計量標準由單一標準向多重標準發展，並結合國外標準建構成完整的體系。
- (6). 朝高壓大流量實流計量技術研究，隨著國外氣體超音波流量計的迅速發展，大陸引進國外先進計量技術，並在中石油成都天然氣校檢站對美國 Daniel、荷蘭 Instromet、美國 Contronlotron 等所生產的大型高壓氣體超音波流量計進行實流測試，研究在理想/非理想安裝條件、安裝角度、帶壓更換超聲換能器、不同壓力條件、聲道故

障狀態的性能並進行現場應用，並得出大型氣體超音波流量計校正後仍需實流檢定和週期送檢等結論，現今北京、大慶、新疆、四川、天津、河北等已逐步引進氣體超音波流量計約 40 台。口徑在 DN150mm-DN400mm 之間，不確定度為 0.5%-1.0%。

- (7). 朝天然氣實流檢定發展，早期使用流孔板，主要用“幾何檢驗法”，以空氣作介質做負壓檢定，自 1996 年中石油成都華陽計量分站建立後，該站擁有稱重原級標準裝置，其不確定度為 0.1%，並從美國 CEESI 引進臨界流音速噴嘴次級標準裝置，總不確定度為 0.25%，具備天然氣流量實流檢定條件，近幾年實流檢定技術更趨成熟，已建立起全套天然氣實流檢定方法。並建立游校檢定系統，例如國家原油大流量計量站(大慶)的移動式音速噴嘴標定車(壓力 1.6MPa、管徑 DN200mm、流量 90000m<sup>3</sup>/h)，計量分站新購置的移動式氣體超聲流量標定車(壓力 6.4MPa、管徑 DN600mm、工況流量 80-8000 m<sup>3</sup>/h)。
- (8). 資料管理提升，透過電腦技術的發展，對天然氣計量系統管理，包括各方面及環節進行科學管理，例如對現場計量器具的使用及相應人員管理、儀錶採購選型、安裝使用、程序控制、品質監督、資料管理、實流檢定進行數據整理與管理。



## 參、心得與建議

1. 大陸近幾年在天然計計量、質量分析及校準技術方面發展快速，並引進國外技術與設備朝高壓、實流規劃，例大流量環道系統及稱重原級校正系統，該設備之軟體體規劃與國外先進國家相比並不遜色，例如南京計量站及成都計量站皆有大型實流校正實驗室，以成都站為例，每年校正約 800 部各款型流量計，該站校正人員每天分三班輪流輪值校正流量計，送校流量計之校正行程甚至已排至半年後，此是由於大陸對計量用流量計訂定強檢要求，校正週期依流量計款式、計量重要性、計量量而訂，週期約 2~5 年，目前大陸中大型天然氣計量站目前約有 800 多座，流量計數目更是龐大，故實流校正實驗室可靠校正流量計之財源收入維持實驗室之運轉，甚至有盈餘，並能確保大陸天然氣計量系統之準確與公平性。未來台灣在各流量校正實驗室建立與擴充，有能量校正國內所有計量用流量計後，應推動標檢局訂定各型計量用流量計定期強檢，以確保計量公平性。
2. 大陸在計量人才培育上極其重視，許多石油大學或工程大學皆有計量學院，其研究生或教師會與各計量院合作，至國外流量研究單位或各省計量院學習與研究，例如本次至石家莊考查，雙方交流會議時亦有大學助理教授參與，透過產學合作強化學界人士的實務經

驗，為未來計量產業發展培育人才，台灣在計量領域亦應強化產學合作交流，例如與量測中心、國外知名流量研究室或流量計開發商合作與交流，將理論知識轉化為產業應用，以促進國內計量技術提升。

3. 成都實流環道系統及石家莊高壓環道系統，皆為近二年新建之實驗室，其硬體設備主要為歐美國家進口，系統朝高壓、高流建置，其溯源體系亦重要，例如成都計量站有建置一座原級稱重系統，追溯至砝碼重量單位，該砝碼再追溯至國家計量院原級標準，然氣體稱重系統極其複雜，各項設備精度要求極高，例雷射掃描器、分項儀等，目前台灣之流量標準維護由國家實驗室(量測中心)維持，以一稱重陀螺儀標定音速噴嘴並追溯至重量單位，再將音速噴嘴以 Blow down 校正系統傳遞流量計標準件至二級實驗室，近幾年天然氣使用量激增下，流量計朝大流、高壓發展，該 Blowdown 系統之校正能量已略顯不足，台灣中油公司為台灣天然氣最大供應商，流量計量之準確性對中油而言極為重要，故本所應與量測中心共同合作，擴大台灣之傳遞鏈校正能量，以為未來天然氣擴大使用預為準備。
4. 台灣未來將擴大天然氣應用，至 2025 年天然氣佔發電量比為 50%，計量流量計選用將朝高壓大流量發展，例如台中接收站、通霄站、永安接收站等新購流量計尺寸多為 DN 400 以上，本所現有校正系統

已不敷使用，未來擴建應參考德國 Pigsar 實驗室及大陸之發展，朝高壓大流量、實流發展，校正系統至少能滿足 12 吋(DN 300)超音波流量計之流量為基準。

#### 肆、參考文獻

1. OIMI/TC8/SC7 Work Group R140 Measuring system of gaseous fuel, Paris: OIMI, 1998。
2. 張永紅·天然氣流量計量(第二版)[M]·北京:石油工業, 2001
3. 蔡武昌, 孫淮清, 紀綱·流量測量方法和儀錶的選用, 北京:化學工業出版社, 2001
4. GB/T 18603—2001 天然氣計量系統要求, 北京中國標準出版社, 2002。