

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

參加美國天然氣協會操作年會

裝
訂
線

服務機關：中國石油公司探採研究所

出國人：職 稱：石油開採工程師

姓 名：陳大麟

出國地區：美 國

出國期間：90年4月29日-90年5月5日

報告日期：90年8月1日

摘 要

為因應天然氣市場的拓展暨自由化經營之挑戰，本公司正積極研訂「天然氣計量之作業標準」。本出國計劃即配合本公司九十年度研究計劃「天然氣計量標準作業程序之建立」，參加美國天然氣協會（AGA）所舉辦之天然氣操作會議，藉參加此會議之機會收集天然氣計量及地下儲存之最新資訊。

本報告描述年會之議程，並針對所參加之分組討論及分散式發電短期課程，提出心得報告。同時整理於會中所收集之美國天然氣技術研究所資料。

AGA 之會員雖主要以美國及加拿大之天然氣業者為主，然日本及歐洲等國亦有零星參與，因其中所討論的均為天然氣的實務問題，值得本公司考慮參加此協會。AGA 操作年會之分組討論均同時舉行，同一公司需派遣不同領域者同時參與，以免捉襟見肘，其兩年一度之展覽內容豐富值得一看。

天然氣技術研究所（GTI）為目前世界上最具規模之天然氣研究單位，研究範圍由探勘開發的上游到客戶服務的下游，本公司可考慮成為其會員或針對特定研究計畫尋求合作。

目 錄

	<u>頁次</u>
摘 要	I
壹、出國目的	1
貳、行程	1
參、心得	2
一、分組討論	2
二、分散式發電課程	2
三、天然氣技術研究所	3
肆、建議	5
伍、附錄	6

壹、 出國目的

為因應天然氣市場的拓展暨自由化經營之挑戰，本公司正積極研訂「天然氣計量之作業標準」。本出國計劃即配合本公司九十年度研究計劃「天然氣計量標準作業程序之建立」，參加美國天然氣協會（American Gas Association，簡稱 AGA）所舉辦之天然氣操作會議（2001 AGA Operations Conference），藉參加此會議之機會收集天然氣計量及地下儲存之最新資訊。

此會議中將討論客戶服務、管線整合、環保議題、天然氣品質、配氣計量、安全衛生、輸氣計量、天然氣控制、地下儲氣、輸配氣工程等天然氣操作之實務議題，其中輸配氣之計量與地下儲氣為本計畫之重點。配合此次會議同時有 AGA 兩年一度之操作設備展覽，可獲取最新先進產品之資訊。希望藉此次出國計畫，配合研究專題，提昇本公司在天然氣輸儲、計量及處理之技術。

貳、 行程

本計畫主要以參加 2001 年美國天然氣協會操作年會為主；同時參觀其兩年一度之展覽並參加與年會同時舉辦之分散式發電（Distributed Generation）系統課程。

今年度美國天然氣協會操作年會，在美國達拉斯的 Wyndham Anatole 飯店舉行，議程包含大會(4/30)、委員會會議、分組討論(4/30-5/1)、展覽(4/30-5/1)及 Workshop (5/2-5/3)，請詳見表一。

其中大會邀請美國運輸部官員 Stacey Gerard 演講「聯邦有關管線安全之立法情形」(圖一)，以及 AGA 工作人員報告「未來氣價演變」及「地下儲氣現況統計」。

委員會會議分組涵括天然氣操作上之各個領域包括：自動化與通訊、腐蝕控制、客戶服務、配氣計量、輸氣計量、輸配工程、管理、工安及地下儲氣等巨細靡遺，詳細分組請參見表二。

展覽項目則有路面開挖、測漏技術、計量設備、遠距監控、管線模擬程式等近百家廠商包羅萬象，表三為部份參展廠商及展出內容之簡介。

參、心得

以下將針對所參加之分組討論及分散式發電短期課程，提出心得報告。同時整理於會中所收集之美國天然氣技術研究所資料。

一、分組討論

分組討論分成數個會場同時舉行（議程如表四），舉凡輸配氣計量、地下儲氣、客戶服務、環保、塑膠管線及工程等均有涉及。由於時間衝突報告人僅能挑選其中與出國計畫相關之配氣計量、輸氣計量及地下儲氣等分組參加，殊為可惜。由於部份論文並未附於年會論文集而直接在會場上直接分發，故報告人於會議休息時間仍至其他會場巡視，以求能攜回最完整之論文。將來若有可能本公司應同時派遣不同領域之同仁參加，以免遺珠之憾。

在配氣計量分組，討論可現地量測 Btu 熱值含量的 Btu Analyzer，同時以一個論壇的方式介紹天然氣計量的最新設備，如 Leak-Check 500；可傳送氣量資料，形成資料庫，而使用客戶可利用 email 查詢用量的 NERTEC (SerView)；Schlumberger 公司的靜態計量平台（Global Static Metering Platform）；American Meter 公司的掌上型介面（Palm Interface）等。

在輸氣分組的討論主題有：濕氣計量、以不同超音波計量設備校正上游管線現象、地下儲氣之超音波計量、以平行氣相層析儀量測天然氣品質等。

地下儲氣的論文則有應用惰性氣體於地下儲氣、低熱值之墊底氣、地下儲氣之三維震測、AGA 地下儲氣統計及注氣井維修之風險評估等。

限於篇幅，報告人在此無法一一列舉論文，但已將所有論文攜回並整理列於附錄中，有興趣者可逕與報告人連絡。

二、分散式發電課程

所謂分散式發電（Distributed Generation，以下簡稱 DG）係指電力來源在用電者附近的小型發電設備，具有減少輸配線路損失的好處，同時可因此提供供電的可靠度與品質，過去主要應用於企業備用電力及醫院、機場、銀行、財務中心及電腦相關行業等無法承受停電損失之行業。未來由於天然氣發電的興起，分散

式發電將逐漸成未來之主流發電方式之一。但是在環保與成本上仍存在著一些挑戰，包括空氣污染、噪音等問題有待改善，發電成本也因規模小而偏高。

DG 的發電方式有小型的天然氣渦輪機 (Small Gas Turbines)、往復式引擎 (Reciprocating Engines)、微型渦輪機 (Microturbines)、燃料電池 (Fuel Cell)、光電伏特 (Photovoltaics) 及風渦輪機 (Wind Turbines) 等，其設備如圖二。各種發電方式之發電量、效率、安裝及維護成本比較如表五。其中以燃料電池的發電效率最高但安裝成本較高且發電量小。

大多數美國天然氣公司同時擁有電力公司，此可能為其能源經濟之考量，分散式發電將成為美國未來趨勢。

三、天然氣技術研究所

此次出國同時負有搜集國外天然氣研究機構資訊之任務，以下將介紹於年會展覽中設有攤位之天然氣技術研究所 (Gas Technology Institute ，以下簡稱 GTI)。

GTI 為一獨立非營利機構，於 2000 年 4 月由原 GRI (Gas Research Institute ， 1976 創立) 與 IGT (Institute of Gas Technology ， 1941 創立) 合併組成。GTI 員工有 250 人，擁有 400 家會員公司。客戶主要為能源公司、設備製造商及政府機構。GTI 擁有 150 位專業科學家與工程師，及其他計劃管理、專案管理及訓練人員。

GTI 組織下設研究與展開 (Deployment) 部門、探採 (E&P) 服務部門及計畫管理部門，分別可提供下列服務：

- 研究與展開部門
 - 生物科技與環境工程
 - 燃燒
 - 電化學
 - 高溫燃料電池
 - 分散式能源 (Distributed Energy)
 - 天然氣操作
 - 天然氣處理
 - 輸送系統
 - 操作工程

- E&P 服務部門
 - 天然氣生產技術
 - 技術服務（煤層甲烷氣、頁岩層、低滲透層及深層）
 - 天然氣處理
 - 伴產水處理
 - 油氣層診斷
 - 鑽井相關技術
- 計畫管理部門
 - 提升住宅/商業天然氣使用效率
 - 分散式發電
 - 降低區域性輸氣成本
 - 提升管線系統的可靠度
 - 降低生產、輸送及使用天然氣對環境的衝擊
 - 提升天然氣工業之安全

GTI 除設於伊利諾州之總部外，尚擁有下列實驗室：

- 天然氣操作實驗室：進行天然氣配氣作業之研究。
- 先進能源技術園區：天然氣設備研究。
- GRI/Catoosa：天然氣井技術評估，從事鑽井、地層評估及完井之研究。
- Ticara Geoscience：從事頁岩及煤層甲烷氣之相關研究。
- 管線模擬設施：負責管線檢測系統之研究。
- 天然氣計量研究設施：從事天然氣計量技術之研究。
- CEESI：管線尺度之天然氣計量評估，以下另行說明。
- Turbocharger：天然氣壓縮機引擎試驗之研究機構。
- 天然氣應用技術中心：負責天然氣於住宅與商用之相關技術研究。

其中位於 Ventura, Iowa 的 Colorado Engineering Experiment Station, Inc. (簡稱 CEESI) 擁有高流量之計量校正設備(圖三)，以超音波計量器 (Ultrasonic Meter) 提供校正服務 (圖四)，可校正任何 4“至 36”之計量設備，此一單位恰可與 GTI 位於 San Antonio 之 Metering Research Facility (MRF) 低流率計量實驗室

搭配。

GTI 過去主要成果，在供氣方面有煤層氣等之開發、井間震測影像系統（Crosswell seismic imaging systems）、煤炭氣化（gasification of coal）及酸性氣體之脫除；在配氣研究方面則有光學甲烷滲漏偵測（圖五）使用惰性氣體作墊底氣、管線細菌腐蝕等；在輸氣方面則有磁通量管線滲漏偵測、管線風險管理模式等；在環保方面有甲烷滲漏量之估計及直接量測滲漏率。

GTI 主要經費來自客戶委託研究、計畫管理、技術服務、科技發展或教育訓練課程，附屬單位或其他技術投資之回收，此外亦由已商業化產品或服務收取權利金或執照費。GTI 有一 SMP 計畫（Sustaining Membership Program），為會員投資支持合作或中期技術發展計畫，目前參與 SMP 計畫之國外會員有加拿大、日本等國之公司（表六）。GTI 尚有一來自聯邦能源管理局（Federal Energy Regulatory Commission）所授權之 RD&C 計畫，惟此費用將於 2004 年底結束。GTI 的國外會員名單如表七，其中不乏知名之天然氣公司。

肆、 建議

AGA 之會員雖主要以美國及加拿大之天然氣業者為主，然日本及歐洲等國亦有零星參與，因其中所討論的均為天然氣的實務問題，值得本公司考慮參加此協會。AGA 操作年會之分組討論均同時舉行，同一公司需派遣不同領域者同時參與，以免捉襟見肘，其兩年一度之展覽內容豐富值得一看。

天然氣技術研究所（GTI）為目前世界上最具規模之天然氣研究單位，研究範圍由探勘開發的上游到客戶服務的下游，本公司可考慮成為其會員或針對特定研究計畫尋求合作。

伍、 附錄 - 分組討論論文詳細目錄

1. Opening General Session
 - Operations: Meeting the Challenge of Record Growth and Unprecedented Demand
 - Report on AGA Operating Section Activities
 - Federal Regulatory Perspective of Pipeline Safety
 - Natural Gas Price Implications – Where Are We and Where Are We Headed?
2. Customer Service & Utilization/General
 - Flexible Workforce (panel)
 - Grouted Tee – For Hot Tap Connections
3. Pipeline Integrity Panel
4. Environmental Matters
 - Environmental Tech Note: Environmental Regulations Applicable to the Gas Industry
 - Removal of Odorant Tanks
5. Gas Quality & Interchangeability
 - Overview of Pipeline Quality Gas Composition and Contract Clauses per Revised “AGA Report No. 4A”
 - Gas Quality Specification and Interchangeability for End-Use Applications
6. Distribution Measurement
 - Btu Analyzer
 - What’s New in Gas Measurement (panel)
7. Safety & Occupational Health Roundtable, Part I
8. Transmission Measurement
 - Effects of Orifice Plates Installed Backwards and Meter Tube Roughness on Discharge Coefficient
 - Meter Station Uncertainty – Determination and Influence

- A New High-Pressure Rotary Meter
9. Gas Control Roundtable
 - 9A. Underground Storage Operator Discussion Group
 10. Custom Service & Utilization
 - Environmental Responsibilities in the Service Environment
 - Carbon Monoxide Update
 - Service Technician Productivity (panel)
 - Gas Code Update
 11. Plastic Materials
 - Compatibility on Interior Surface Finish and Squeezeability of PE Pipe
 - Update on Plastic Piping Database
 - FGTI Plastic Pipe Technologies Save Money and Improve Reliability
 - Comparison of Industry Gas Pipe Standards – ASTM D 2513 and ISO 4437
 - Repair of Variable Lengths of Damage to PE Pipe with Minimal Excavations and Cut-Outs
 12. Underground Storage
 - Inert Gas Applications in Natural Gas Storage: Studies in the Michigan Stray Sandstone
 - Mist Field – Low-Btu Base Gas
 - 3-D Seismic in Storage – Megabin Layouts
 - AGA Storage Statistics
 - Risk-Based Assessment of Storage Well Rehabilitation
 13. Distribution Construction & Maintenance/Distribution & Transmission Engineering
 - Service Rehabilitation Methods
 - Guided Piercing Tools Turning Into Reality

- Applications of Handheld Computer (PDAs) to the Gas Distribution Business
 - Pavement Restoration Update
14. Distribution Measurement
- REDISET Metering Systems
 - Determination of Calorific Value by Correlative Techniques
 - In-Situ Meter Calibration
 - Fluidic Oscillation Measurement
 - Auto-Adjust Turbine
15. Safety & Occupational Health
- Managing Contractor Liabilities – How to Get the Most with the Least Exposure
 - Best Practices – Contractor Safety Management (panel)
16. Transmission Measurement
- Natural Gas Sampling Problems and Solutions]
 - Sample Conditioning and Contaminant Removal for Water Vapor Content Determination in Natural Gas
 - Field and Laboratory Test Results for Coriolis Natural Gas Measurement
 - Solid-State Electronic Energy Measurement
 - The Future of Natural Gas Sampling Research
17. Environmental Matters Roundtable
18. Corrosion Control
- Direct Assessment – A Case Study
 - In-line Inspection's Role in Managing Integrity
 - Hydrostatic Testing as an Integrity Tool – Applications and Limitations
 - Latest NACE Standards, Recommended Practices, and Technical Reports Related to Pipeline Integrity

- Metrics in Corrosion Control
 - Managing Pipeline Integrity Data
19. Automation & Telecommunications
- Surge Protection – Investment or Expense?
 - Successful Methods for Internet and Intranet SCADA Environments
 - Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control (OPC) Benefits for Users and Manufacturers of SCADA Equipment
 - Safety Shutdown Systems in Natural Gas Processes – A Standard Based Approach
 - Cellular Digital Packet Data (CDPD)
 - Fuzzy Logic Control of Integral Gas Engines
20. Gas Control
- Electric Independent System Operations and Gas Operations
 - A Review of Federal Energy Regulatory Commission Order 637
 - A Regulator’s Approach to Operator Qualification
 - LDC Gas Deregulation – New York and Georgia
 - The Operator Qualification Rule
21. Distribution & Transmission Engineering
- Cast Iron and Bare Steel Pipe Replacement
 - Plastic Pipe Issues (panel)
 - Geographic Information System (GIS) Development
 - What is GIS? Why GIS? Landbase Considerations, Issues
 - Developing a Business Case for GIS
22. Supplemental Gas
- Portable LNG Distribution Systems
 - Pinson Liquefier Installation

- Update on Acoustic Liquefier
 - Supplementing Natural Gas with LNG and Propane-Air
 - Hub and Spoke Expansion of LNG Markets
23. Safety & Occupational Health Roundtable, Part II
24. Transmission Measurement
- Wet Gas Flow Metering Using Nonintrusive, Noninvasive Ultrasound Techniques
 - Results of Various Flow Conditioners & Upstream Piping Effects on Different Ultrasonic Meter Calibrations
 - Field Application and Experience of Ultrasonic Measurement at Three Natural Gas Storage Pools
 - Advanced Applications for Gas Quality Measurement Using Parallel Gas Chromatography
 - Field Testing of an Ultrasonic at Extreme Installation Conditions
 - Advances in Ultrasonic Meters in Natural Gas Flow Measurement
 - Field Performance Results – CPA 50E Flow Conditioner
- 24A Purchasing Practices and Procedures Roundtable
25. Special Session: Ultrasonic Meter
- Impact of Measurement Uncertainty on Ultrasonic Meter Speed-of-Sound Calculations
 - Operational Issues with Ultrasonic Gas Flow Meters
 - A Model for Estimation of the Ultrasonic Acoustic Noise Level Emitted By Pressure Regulating Valves
 - Recalibration of a Dirty, Three-Year-Old Ultrasonic Meter
 - Extending the Rangeability of Today’s Ultrasonic Gas Flow Meter
 - Ultrasonic Meter Diagnostics and Condition Monitoring
 - Ultrasonic Noise Attenuation in Pipe Fitting vs. an Ultrasonic Muffler

表一 操作年會議程

日期	議程
4/30	年會大會
4/30-5/1	委員會會議
4/30-5/1	分組討論
4/30-5/1	展覽
5/2-5/3	Workshop

表二 AGA 委員會分組情形

- Automation & Telecommunication
- Corrosion Control
- Custom Service & Utilization
- Distribution Construction & Maintenance
- Distribution & Transmission Engineering
- Distribution Measurement
- Environment Matters
- Gas Control
- Managing Committee
- Plastic Materials
- Supplemental Gas
- Safety & Occupational Health
- Transmission Measurement
- Underground Storage

表三 部份參展廠商及展出內容

廠商名稱	展出內容
American Meter Company	計量錶等
Bacharach	測漏技術
Chandler Engineering, Co.	Btu 分析、水份分析設備
Eagle Research Corp.	遠距監控
GREGG Engineering, Inc.	管線模擬程式
GTI	天然氣研究
Instromet, Inc.	Ultrasonic gas flow meter
Michels Corp.	定向鑽井
Newenergy Associates	Gas supply portfolio optimization model
Perfection Corporation	計量設備配件
Stoner Associates, Inc.	IT Based business Solutions
Street Industries	路面開挖
Technolog Limited	Data acquisition, Control system

表四 分組討論議程

4/30 上午	Custom Service & Utilization	Pipeline Integrity Panel	Environmental Matters	Gas quality & Interchange ability	Distribution Measurement	Safety & Occup. Health	Transmission Mesurement	Gas Control Rountable	Underground Storage Operator Discussion Group
4/30 下午	Custom Service & Utilization	Plastic Materials	Underground Storage	DC&M/ Distribution & Trans. Eng.	Distribution Measurement	Safety & Occup. Health	Transmission Mesurement	Environmental Roundtable	
5/1 上午	Corrosion Control	Automation & Telecommuni cation	Gas Control	Distribution & Trans. Eng.	Supplemental Gas	Safety & Occup. Health Roundtab le-II	Transmission Mesurement	Purchasing Practices & Procedures	
5/1 下午	Special Session: Ultrasonic Meter								

 為報告人所參加之分組

表五 各種 DG 發電方式之比較

發電方式	發展狀況	發電量	發電效率 (%)	安裝費用 (\$/kWh)	維護費用 (\$/kWh)
往復式引擎	已商業運轉	30 kW – 20 MW	30-38	500-1400	0.007-0.02
燃燒式渦輪機	已商業運轉	500 kW – 150 MW	25-40	600-900	0.003-0.008
微型渦輪機	已商業運轉	25 kW – 300 kW	23-30	600-1000	0.003-0.01
燃料電池	1996-2010	3 kW – 3 MW	36-60+	1900-3500	0.005-0.01

表六 SMP 計畫之國外會員

INTERNATIONAL PARTICIPANTS	SMP ¹	RD&C Mutual Funds ²	Select SM Program ³	Custom Technical Solutions ⁴
Atagas Utilities (Canada)		*		
BC Gas (Canada)		*		
Gas Authority of India	*			
Gaz de France	*			
Gaz Metropolitan (Canada)	*	*		
Korea Gas Corp.	*			
Krupp Uhde GmbH (Germany)	*			
Osaka Gas Co., Ltd. (Japan)	*			
SaskEnergy, Inc. (Canada)		*		
Toho Gas Co., Ltd. (Japan)	*			
Tokyo Gas Co., Ltd. (Japan)	*			
Union Gas Ltd. (Canada)		*	*	

表七 GTI 國外會員

[ASSOCIATE MEMBERS]

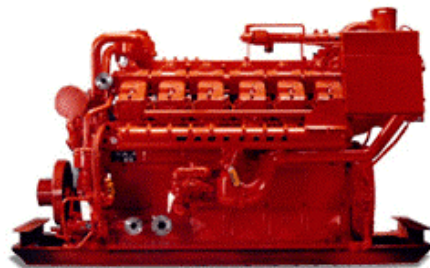
AGL Energy Utilities (Australia)	JGC Corporation (Japan)
Association Royale Des Gaziers Belges (Belgium)	Korea Gas Corporation (Republic of Korea)
Advantica Technologies Ltd. (United Kingdom)	Krupp Uhde GmbH (Germany)
Bord Gais Eireann (Ireland)	N.V. Nederlandse Gasunie (Netherlands)
Centre International d'Information sur le Gaz Naturel et tous Hydrocarbures gazeux (CEDIGAZ) (France)	National Gas Company of Trinidad & Tobago Ltd. (Trinidad & Tobago)
Chiyoda Corporation (Japan)	National Petroleum Corporation (Barbados)
CLP Power Hong Kong (China)	Natural Gas Corporation (New Zealand)
Compagnie Francaise d'Etudes et de Construction (TECHNIP) (France)	Osaka Gas Company, Ltd. (Japan)
CSIRO Petroleum (Australia)	Petrobras-Petroleo Brasileiro S.A. (Brazil)
Danish Gas Technology Centre a/s (Denmark)	PDVSA-Intevep S.A. (Venezuela)
ENGAS S.A. (Spain)	Qatar General Petroleum Corporation (QGPC) (Qatar)
EnergieNed (The Netherlands)	Rinnai Corporation (Japan)
Energigasinstitutet VIC LTH (Sweden)	Ruhrgas AG (Germany)
EniTecnologie S.p.A. (Italy)	Saudi Aramco (Saudi Arabia)
Gas Authority of India Ltd. (India)	Shell International Gas Ltd. (United Kingdom)
GASTEC N.V. (The Netherlands)	SNAM S.p.A. (Italy)
Gas Technology Services (Australia)	Statoil (Norway)
Gaz de France (France)	Thyssengas GmbH (Germany)
Gaz Metropolitan, Inc. (Canada)	Toho Gas Company, Ltd. (Japan)
The Hong Kong and China Gas Company, Ltd. (China)	Tokyo Gas Company, Ltd. (Japan)
Indian Oil Corporation, Ltd. (India)	
Institute of Oil & Gas Production Technology (India)	
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Company, Ltd. (Japan)	
Istanbul Gas Distribution Company (Turkey)	
Italgas (Italy)	



圖一 大會開會情形



Small Gas Turbines



Reciprocating Engines



Microturbines

Fuel
Cell



圖二 各種 DG 發電方式



圖三 CEESI 之計量設備



圖四 CEESI 之超音波計量設備



圖五 光學甲烷偵測器

(利用甲烷氣可吸收特定紅外線波長之原理，可快速找到漏點)