

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：考察)

報告書

出國人：服務機關：中油公司總公司

職務：管線組組長

姓名：鄧兆章

出國地點：德國

出國期間：92年8月21日至8月28日

報告日期：92年11月26日

413/09203509

系統識別號:C09203509

公務出國報告提要

頁數: 30 含附件: 是

報告名稱:

考察油氣管線智慧型PIG檢測技術

主辦機關:

中國石油股份有限公司

聯絡人/電話:

葉宇容/87258422

出國人員:

鄧兆章 中國石油股份有限公司 儲運處 組長

出國類別: 考察

出國地區: 德國

出國期間: 民國 92 年 08 月 21 日 -民國 92 年 08 月 28 日

報告日期: 民國 92 年 11 月 26 日

分類號/目: G13/工業安全及衛生 G10/電子工程

關鍵詞: 智慧型pig檢測, 3P-SERVICES, MFL(Magnetic flux loss), DMR(direct Magnetic Response), GEO(High Resolution GEOMETIC), 手提方便型掃描儀(Handy-scan Inspection Equipment)

內容摘要: 壹:前言貳: 3p-services公司之組織與業務參: 結語與建議事項

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

出國考察報告摘要

壹：前言

貳：3P-services 公司之組織與業務

參：結語與展望

出國考察報告

壹：前言

智慧型 PIG 為全面檢測管線腐蝕情形之工具，主要係檢測管線內、外部腐蝕情形及裂痕之有無；腐蝕之面積、深度、裂痕長度能量化顯示，且定位其腐蝕、裂痕所在地點，為目前檢測管線內外部腐蝕、裂痕之先進、有效利器。

本公司陸上長途輸油氣管線總長度達 5250 公里，遍佈台灣西部人口稠密地區，經統計近十（82/1-92/9）餘年來，本公司發生管線事故總計 117 次（如附表一），其中發生腐蝕洩漏 33 次，佔管線事故之 28.21%，尤其是民國 84 年 2 月發生於台北縣板橋市之管線腐蝕而致天然氣洩漏之氣爆事件，更是令人談之色變，當時燃燒火焰竄升三層樓高，未傷及人員誠屬大幸，但大範圍之燃燒波及民宅住家，造成附近民房及民眾財物損失高達四億六千七百餘萬元。

如上所述，鑑於管線腐蝕洩漏將造成本公司財物嚴重損失及形象負面影響，本公司近年來即積極進行管線緊密電位

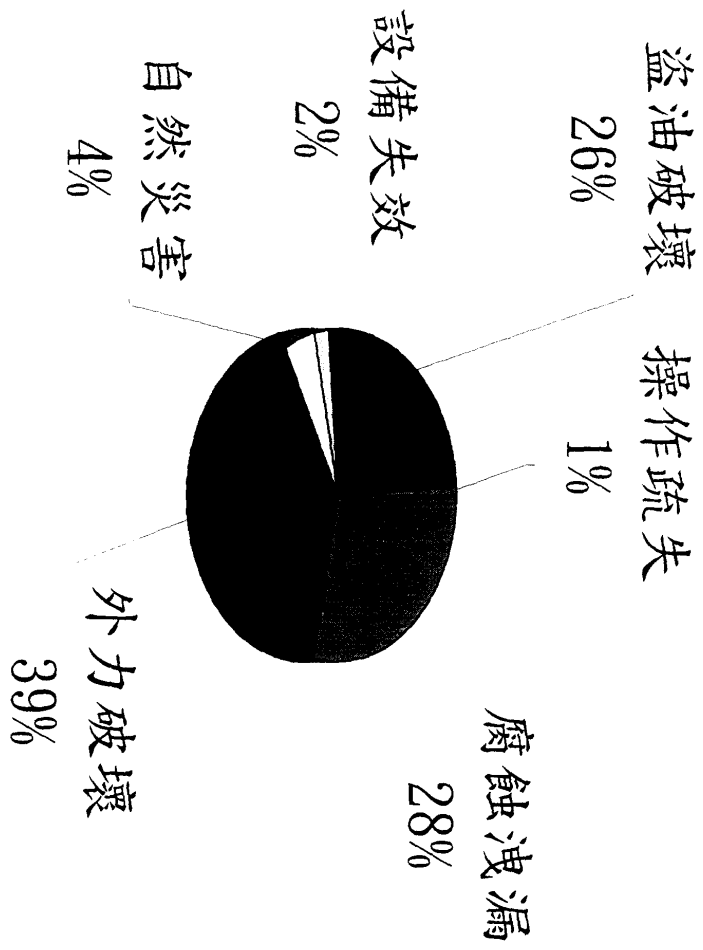
附表
下
1

中油公司管線事故原因分析表

統計時間：民國82年1月至92年11月		92.11.11					
事故原因	腐蝕洩漏	外力破壞	自然災害	設備失效	盜油破壞	操作疏失	合計
件數	33	46	5	2	30	1	117
比例%	28	39	4	2	26	1	100

- 註：
- (1) 腐蝕洩漏：指管線因內、外部腐蝕致發生洩漏
 - (2) 外力破壞：指管線因其他工程施工造成破損（施工不慎項更名為外力破壞）
 - (3) 自然災害：指管線受大自然力量破壞
 - (4) 設備失效：指管線因材質老化破損造成漏油（自然破漏項更名為設備失效）
 - (5) 盜油破壞：指管線因人為蓄意盜油並予破壞
 - (6) 操作疏失：指管線因本公司操作人員操作疏失致管線破壞

管線事故原因分析圖



檢測工作，對於經檢測發現電位異常之管段則立刻開挖檢修或切換，並逐年編列預算，積極進行老舊長途輸油氣管線之汰換，但緊密電位檢測方法有其限制，影響管線緊密電位檢測正確性之因素有以下幾點：

1. 管線埋設深度。
2. 其他管線與待測管線靠近並行埋設。
3. 與電力管線並行，受電力線磁場干擾。
4. 陰極防蝕測試線，於測試端子至管線之間的導線發生斷路現象或錯接目標管線。
5. 修改管線時舊管未拔除者，舊管線信號誤導管位偵測。
6. 經過閘箱底下、水泥包覆等所產生之屏蔽效應

由以上可知，緊密電位檢測方法有其限制，若能引用先進之智慧型 PIG 檢測方法，能夠即時檢測管線腐蝕情形及其正確位置並立即修理，對於防範管線因腐蝕造成之洩漏事故可收立竿見影之效。到先進國家考察、了解國外智慧型 PIG 檢測實施近況，吸收國外先進知識與經驗，以為本公司實施管線智慧型 PIG 檢測之借鏡並期能降低管線智慧型 PIG 檢測成本，為本次奉派出國考察之主要任務。

貳：3P-services 公司之組織與業務

3P-services 成立於 1993 年，位於德國西北部生產石油之 EMSLAND 地區，為一家獨立、私人擁有的小型公司（如附圖一），其業務主要以研發、製造與實施智慧型 PIG 檢測服務為主。

該公司之組織系統、部門及人員配置、核心業務、檢測設備、服務範圍及主要客戶說明如下：

一、組織系統

3P-services 公司之組織系統分：

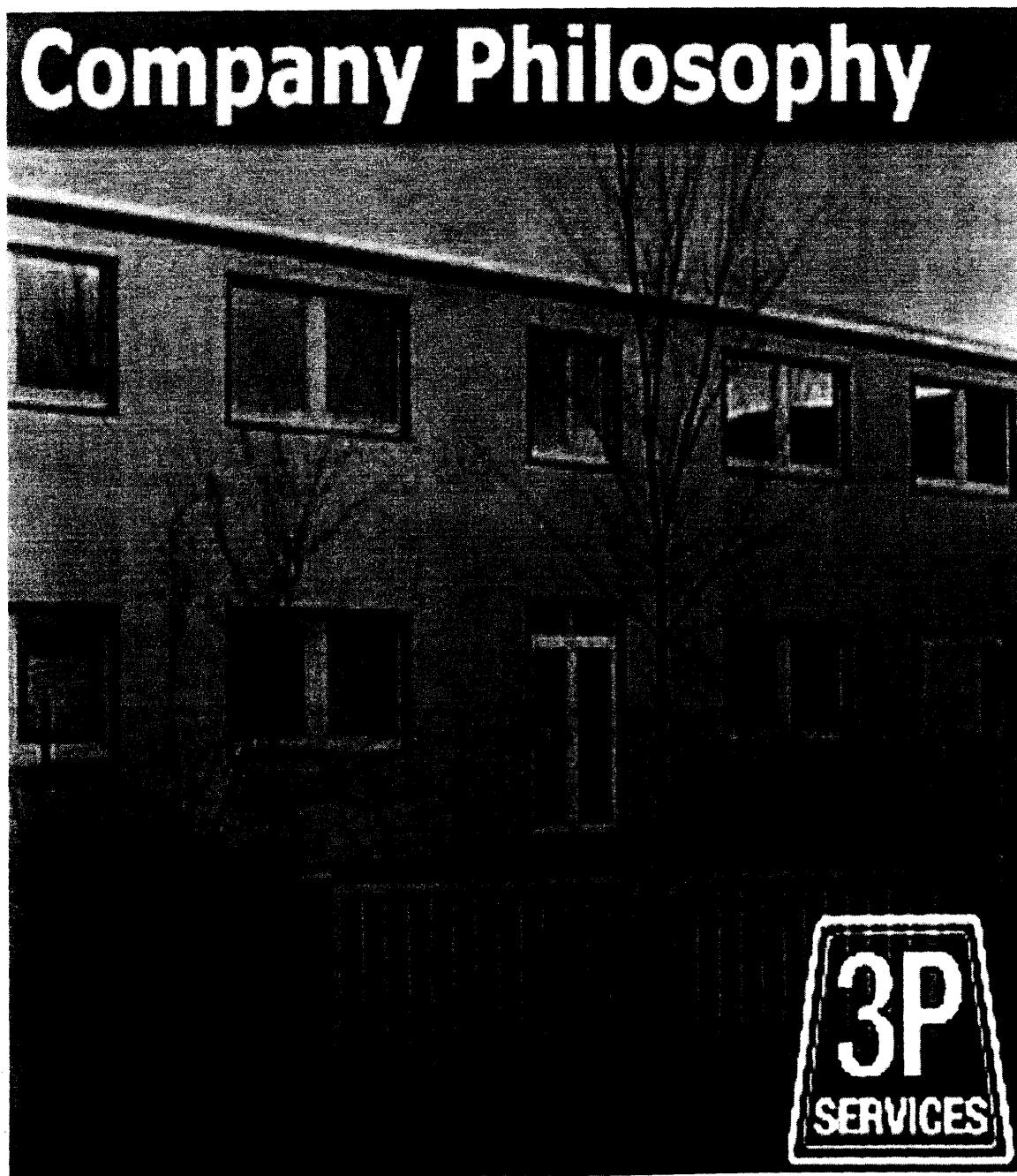
- （一）PIG 檢測系統研發與檢測數據判讀
- （二）電子零配件組裝
- （三）PIG 機械外殼等硬體設施之製作及組裝
- （四）智慧型 PIG 現場測試
- （五）實地檢測等

二、部門分類與人員配置

3P-services 公司目前有員工 30 餘人。各部門人員配置

3P-Services公司外觀

(附圖一)



情形約如下

- (一) PIG 檢測系統研發與檢測數據判讀：2~3 人
- (二) PIG 相關電子零配件之組裝、測試與維護：6~7 人
- (三) PIG 機械外殼等硬體製作、組裝：8~10 人
- (四) 智慧型 PIG 測試、現場檢測：8~10 人
- (五) 業務推廣與銷售：1~2 人

三、3P-services 公司自行研發、製作之檢測設備

(一) 管線智慧型 PIG 檢測相關設備

3P-services 公司擁有 3 吋至 36 吋之智慧型 PIG(如附圖二)，所有檢測機型組件(包括軟、硬體)皆係 3P-services 公司自行研發產製之原型機種。

3P-services 公司研發之管線檢測設備有：

1、MFL (Magnetic Flux Leakage) PIG

從 4 吋至 36 吋高解析度磁通漏型 PIG，以檢測管線內外部腐蝕及裂痕用為主

2、DMR (Direct Magnetic Response)

口徑為 3 吋或更大之直接磁場反應檢測器，特別針對管線內部局部腐蝕之檢測(不論管壁厚度)。

各種型式之智慧型PIG產品

(附圖二)



3、GEO (High Resolution GEOmetric)

高解析度幾何變形率檢測器，檢測 3 吋以上管線之幾何不連續性缺陷（檢測管線真圓度-管線變形情形）。

4、以上所述各種工具之特殊應用附加設備：

(1) 可供單一清管頭管線泵入、泵出用之雙方向 (Bi-directional) 智慧型 PIG (如附圖三)。

(2) 適用於高彎曲度管線之智慧型 PIG (如適用於 4 吋管徑，1.5D-90 度彎曲之管線，如附圖四)

(二) 手提方便型掃描儀 (Handy-scan Inspection Equipment，如附圖五)

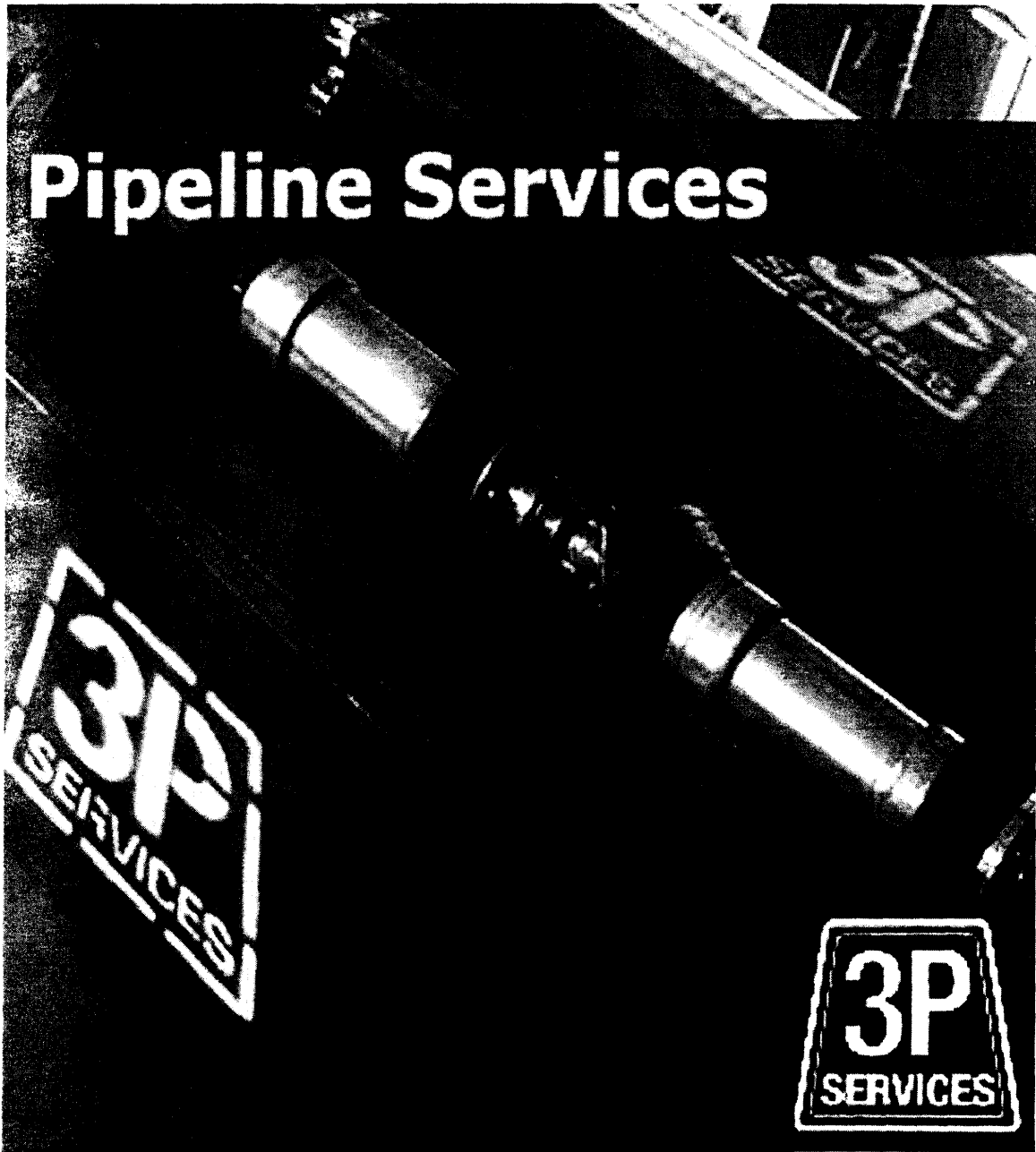
引用 Magnetic Flux Leakage 檢測原理，採用多枚探頭設計，供檢測管線外部、儲槽底板及壁板之腐蝕用。

四、3P-services 公司之核心業務

(一) 各種尺寸之管線智慧型 MFL PIG 及手提方便型掃描儀之研發、製作與出租業務。

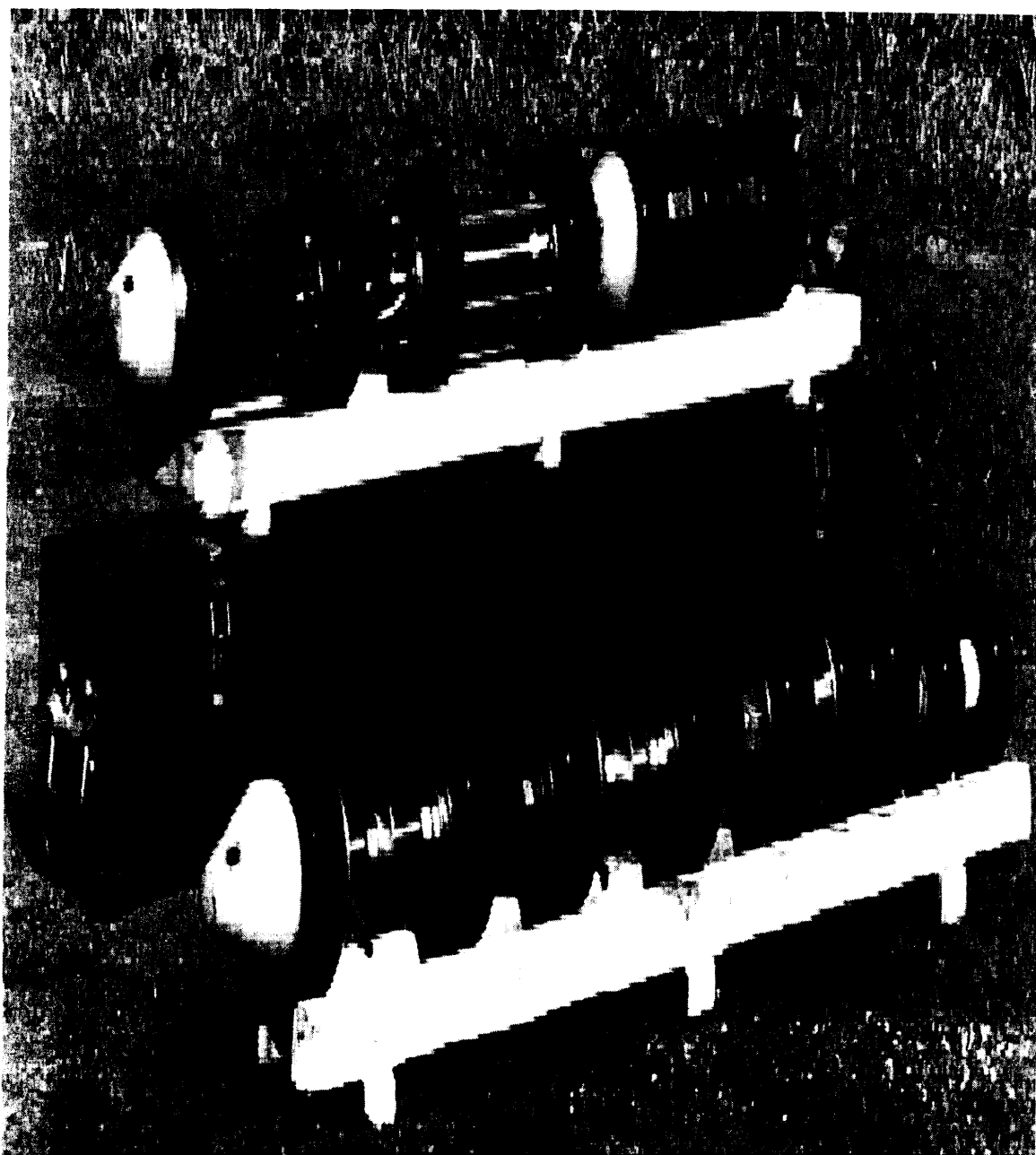
3P-Services之雙向智慧型PIG

(附圖三)



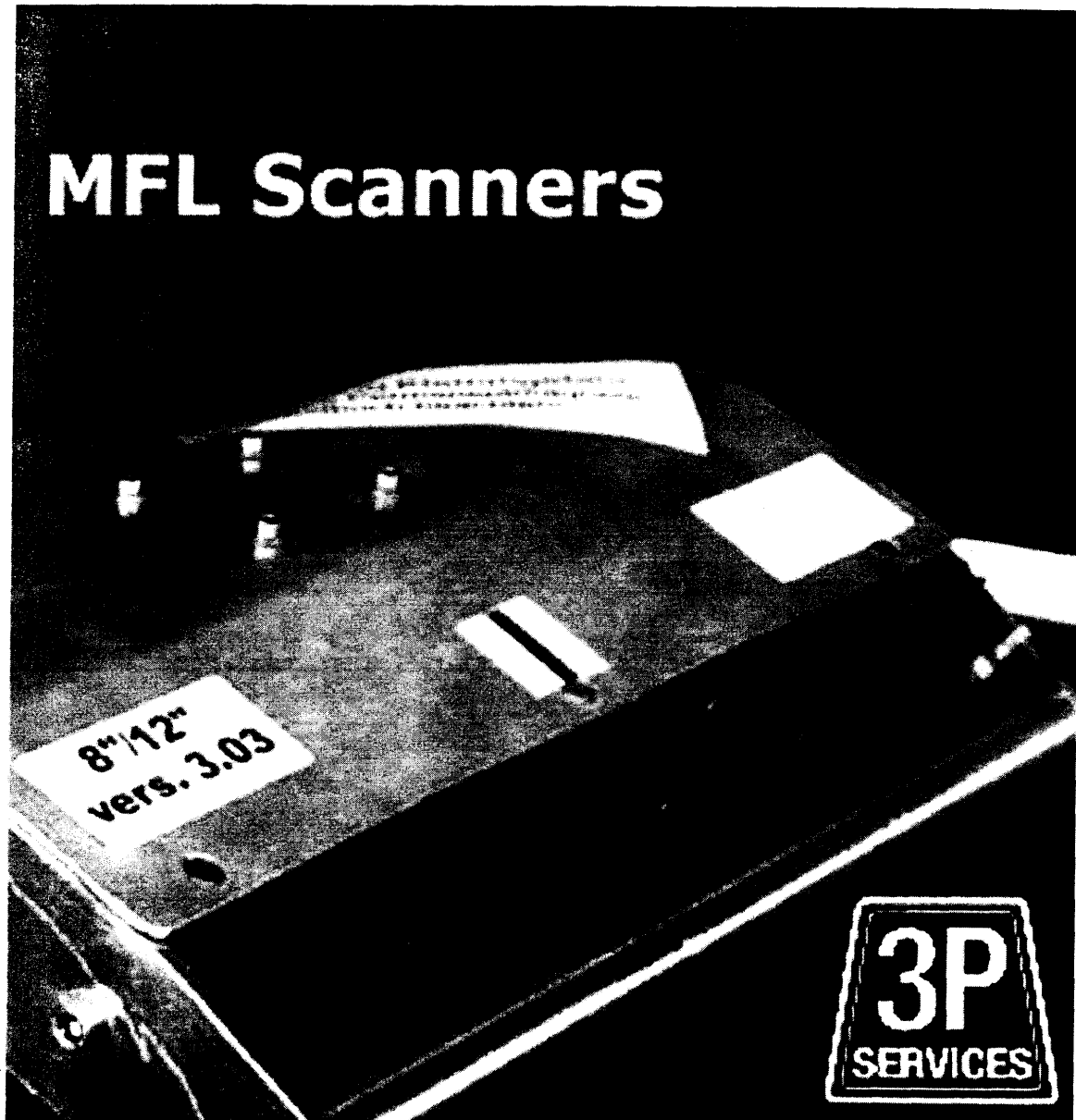
各種型式之智慧型PIG產品

(附圖四)



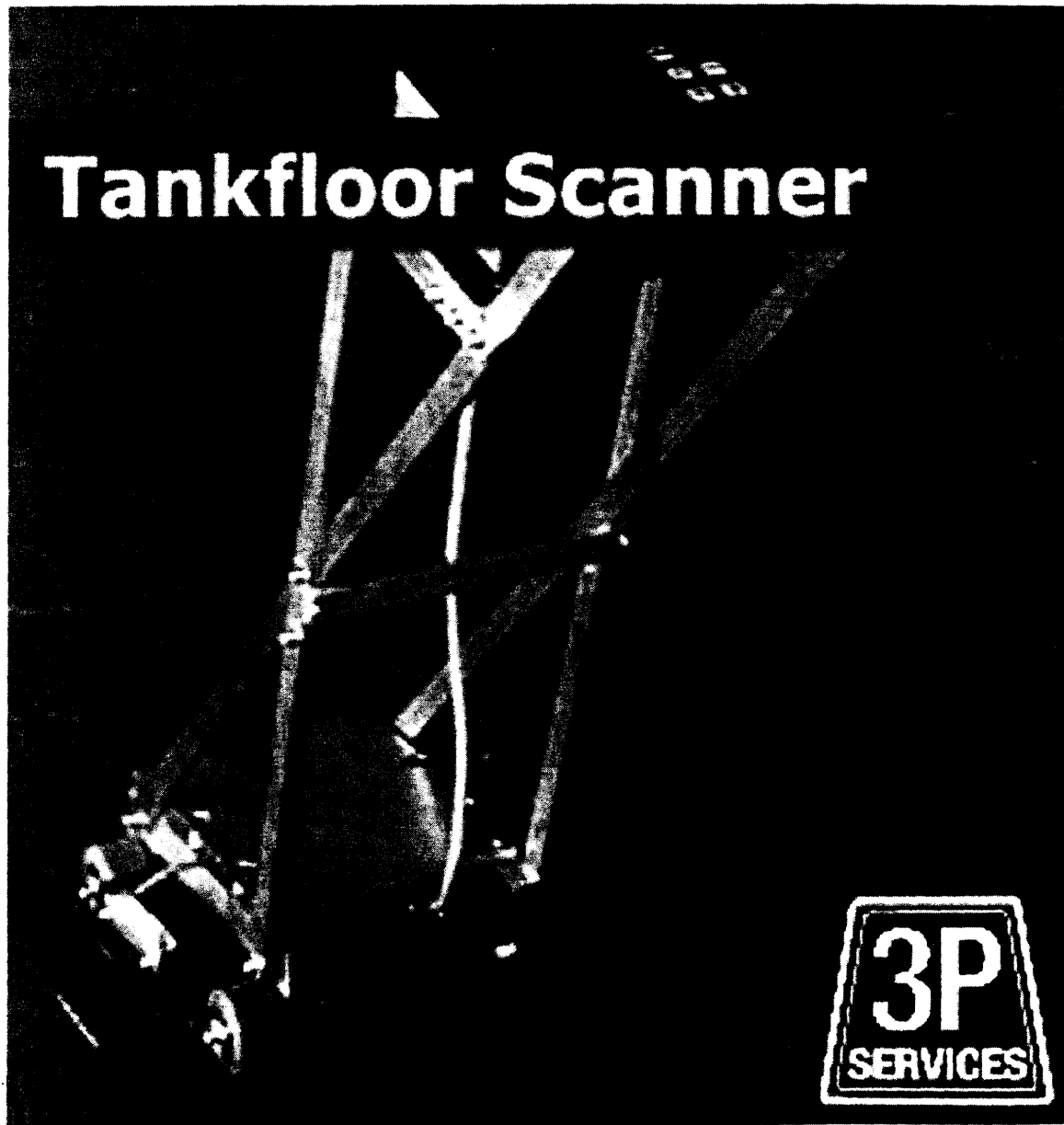
3P-Services公司產製之磁通漏
手提掃描儀

(附圖五-一)



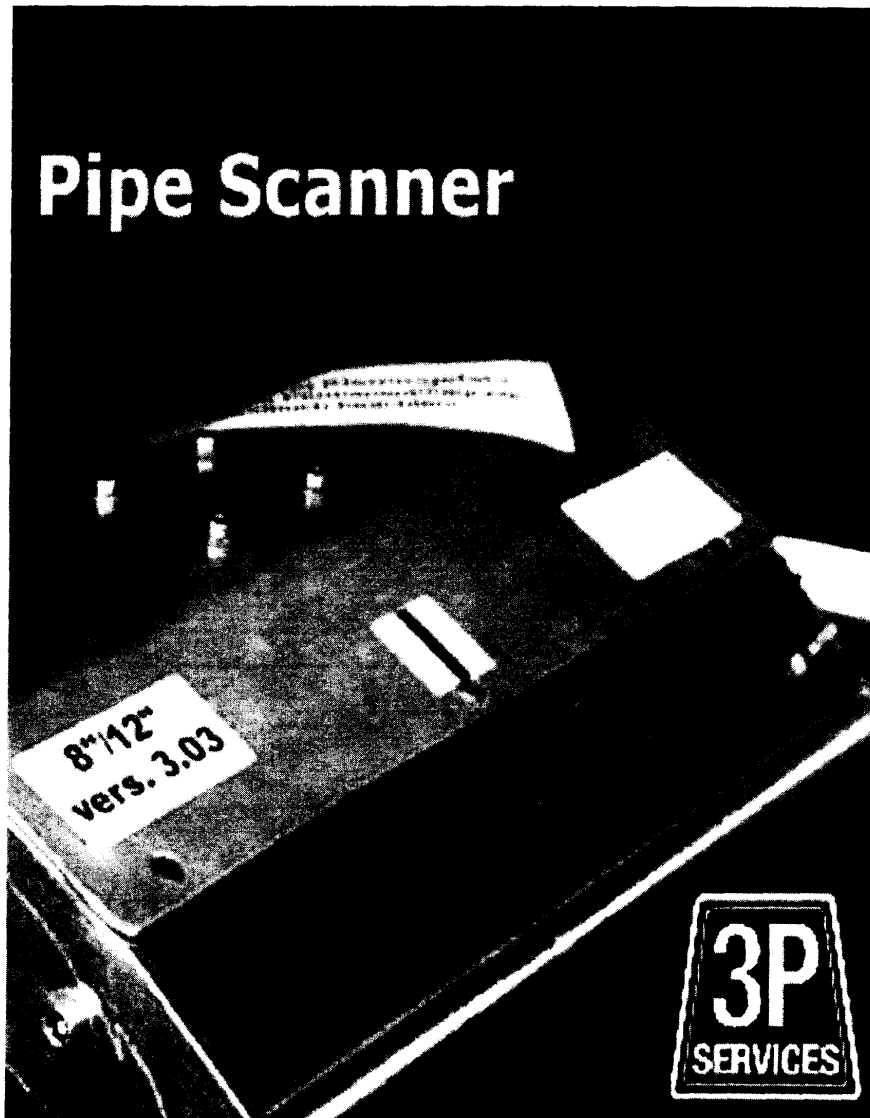
3P-Services公司產製之油槽底板 掃描儀

(附圖五-二)



3P-Services公司產製之地上管線 掃描儀

(附圖五-三)



(二) 有關陸上、海底管線鐵損 (內、外部腐蝕)、機械變型及連續輸送作業管線之智慧型 PIG 檢測服務。

(三) 儲槽底板、壁板腐蝕之檢測服務

(四) 由管線外部檢測腐蝕之服務

五、3P-services 公司之其他服務項目

(一) 特殊諮商、計畫規劃及 Co-ordination 業務

(二) 智慧型 PIG 之租賃業務

(三) 智慧型 PIG 檢測前之管線清洗業務

(四) 智慧型 PIG 之讀值之校正業務

(五) PIG 位置標示器讀值之校正業務

(六) 檢測數據之解析、判讀業務

(七) 檢測報告撰寫與建議業務

六、3P-services 公司之客戶

(一) SHELL 石油公司 (約佔 50%以上)

(二) 美國軍方各駐在地之油料管線 (約佔 30%)

(三) 一般油公司、管線公司

七、討論與說明事項

很感謝 3P-services 公司 Schmidt 經理及其所屬同仁之接

納與協助，在這幾天地考察中，能夠參與了解該公司之運作方式，結束考察當天並與 Schmidt 經理交換意見，並有以下之討論與共識

問題：(問題由我方提出，Schmidt 經理回答)

(一) 除了智慧型 PIG 檢測外，目前世界上有無其他更先進之管線檢測技術？

答：智慧型 PIG 可檢測管線內、外部腐蝕情形，其腐蝕面積、深度、位置皆能檢測出來，為管線全面檢測之唯一方法，到目前為止，尚未發現其他優於智慧型 PIG 檢測之方法。

(二) 德國政府目前對於管線檢測，有無規定必須實施智慧型 PIG 檢測之規定。

答：德國政府尚未規定管線必須實施智慧型 PIG 檢測，德國油公司及管線公司雖仍有以水壓試驗為檢測管線腐蝕之方法，但鑒於智慧型 PIG 檢測之準確性與有效性，已逐漸改採智慧型 PIG 來檢測管線之腐蝕情形。

(三) 何以有時本公司有實施智慧型 PIG 檢測之需求時，

前來投標公司之投標金額大都較排訂檢測時程之
檢測金額高出甚多？

答：通常智慧型 PIG 檢測服務公司每年都接有一定數量
客戶之檢測服務契約，並排定檢測時程，若臨時有
突然檢測工程需求時，智慧型 PIG 檢測服務公司可
能因：

(1) 將影響已排定之檢測計畫，必須調整原先排定
之檢測時程，且涉及第三者之權益，必須與原
排定檢測時程之客戶溝通協商，不然甚或遭原
顧客解約，將造成營業、信譽損失。

(2) 若欲不影響原先排定之檢測時程，則必須加班
趕工，所增加之趕工加班費用只好轉嫁，所以
檢測費用會較正常排定時程者高。

(四) 本公司有一條 8 吋燃料油管線長約 20 公里，材質
為 API5L-X52，操作溫度約在 45~55°C 間，操作壓
力約 20 公斤/平方公分，如欲實施檢測，所需費用
大概多少？

答：約需 USD 80~100Thousand (詳如所附估算表)



Pipeline Questionnaire

for the PiCoLo-Inspection

Name & location of the pipeline

nominal diameter
length
year of construction
operator

8"
20 km
1971
KeelUNG (North) T.

Specification

external diameter
wall thickness
(give details, if pipe dimensions vary)
type of pipe (seamless, long.
or spiral welded)
pipe material
internal coating
bends:
min. radius
max. angle wall thickness
installations (valves, tees etc.)

219.2 mm
0.28"
SLX52
—
1.5D

Status

product transported
is the line being pigged
any known sediments (scale, sand, parafin etc.)
is a corrosion problem expected?

heavy fuel
sometimes
parafin
yes

Conditions during inspection

product during survey
product velocity
product temperature
product pressure
Pig traps
length
diameter

heavy fuel
250 m³/h
50°C
20 bar
2m

Remarks:

budget ~ 80 - 100 T\$US
excl. mob/demob

data provided by:
date:

Service ✓

(五) 海管與陸管之智慧型 PIG 檢測方式與所須注意之施工安全事項有何不同？

答：海管與陸管之智慧型 PIG 檢測方式並無差異，因智慧型 PIG 係通過管線內部實施檢測，管線之所在位置不影響智慧型 PIG 檢測之施行；因智慧型 PIG 之置入與收取皆在陸地上施作，所以施工安全應注意事項亦相同。但檢測發現有腐蝕異常時，因涉及海上作業，有關船舶操作、海流影響及進入水下實施複測與維修等與一般陸上不同之特殊作業，則其作業困難度與危險度比陸管之維修高很多，所需投入之維修費用亦相對地將高出很多。

(六) 3P-services 公司之智慧型 PIG 檢測設備皆自行研發、製造，其精確度已有相當高之水準，又經觀察，貴公司之工作人員亦都相當熟練、專精於智慧型工作，但據我了解貴公司好像不曾參與碧公司之檢測投標工作，歡迎貴公司參與本公司之檢測工作。

答：雖然 3P-services 公司目前稍具規模，但人才培養不易，人力有限，若一時接單太多，恐因人力不足，

到處疲於奔波，匆忙應付，將降低檢測精確度及數據資料判讀品質，影響剛剛建立之公司聲譽與形象，所以目前為止，並未積極拓展市場，貴公司雖有智慧型 PIG 檢測之業務需求，因本司人手不足且須遠度重洋，距離太遠，所以未能爭取提供服務；但 3P-services 公司一定會朝積極培養人才，慢慢擴大業務，穩定發展的方向，逐步跨出去，並擴大茁壯，屆時將有足夠人力，提供服務。

(七) 對於貴公司及您之開放接納、詳細介紹貴公司之產品並現場觀摩，讓我對智慧型 PIG 之研發、製作與測試修正有更深一層地了解，深致謝意。

答：歡迎再次光臨，並希望爾後有機會為貴公司服務。

參：結語與展望

- 一、感謝長官之厚愛與栽培，本次有機會奉派至德國 Lingen 3P-SERVICES 公司考察智慧型 PIG 檢測業務。
- 二、就像參加考試，不到考試鈴聲響，拿到考題，你就不知如何答題一樣，隻身前往一個不曾到過且語言不通的國度考察業務，相信對所有的人而言，多多少少都會產生一股無名的恐懼與壓力，雖然出國前已充分收集 3P-SERVICES 公司相關地理位置與交通設施資料，啟程前之惶恐與興奮難安之感，仍隱然於心；但畢竟這也是人生歷程之一，總要跨出去，就憑著這股信念，我啟程前往，紮紮實實的走了一趟人生之旅，並順利的完成公司交付任務。
- 三、以往亦曾參觀過本公司管線實施智慧型 PIG 檢測情形，概念中僅知如何將智慧型 PIG 置入管線，如何控制速率，如何掌控智慧型 PIG 位置，又如何取出智慧型 PIG 等之作業程序，至於智慧型 PIG 之內部構造如何，其資料判讀相關機制又如何，因智慧型 PIG 製造公司往

往視此等技術為家機密，不肯輕易解說，則有迷團一堆之憾；本次前往 3P-SERVICES 公司考察，蒙 3P-SERVICES 公司之接納與開放參觀，而得以一窺智慧型 PIG 之內部構造真貌（如附圖六），誠屬榮幸，僅將所見與心得說明如下：

（一）智慧型 PIG 之內、外部構造：

1. 智慧型 PIG 之外部筒體

- （1）智慧型 PIG 之外部筒體結構與管線相似，為中空之管狀物。
- （2）智慧型 PIG 之外部筒體管材係選用可承受 200Bar 之壓力者（如附圖七），以確保內部之電子零組件與電力（池）供應等系統完全不受外部壓力而損壞。

2. PIG 內部結構

（1）電子零組件

磁力線感知及接收系統、整波、濾波與調幅、A（Analog）/D（Digital）與 D/A 轉換系統、訊號輸出入系統，微型電腦處理器等。

智慧型PIG內裝電子零組件

(附圖六)



智慧型PIG成品耐壓試驗設施

(附圖七)



- (2) 電力(池)供應系統；用以供應電子零組件、
微型電腦處理器等所需之電力。

3. 附屬設備

(1) 強力磁鐵

附著固定於 PIG 筒體外側，用以產生磁力線

(2) 磁力線感應探頭：

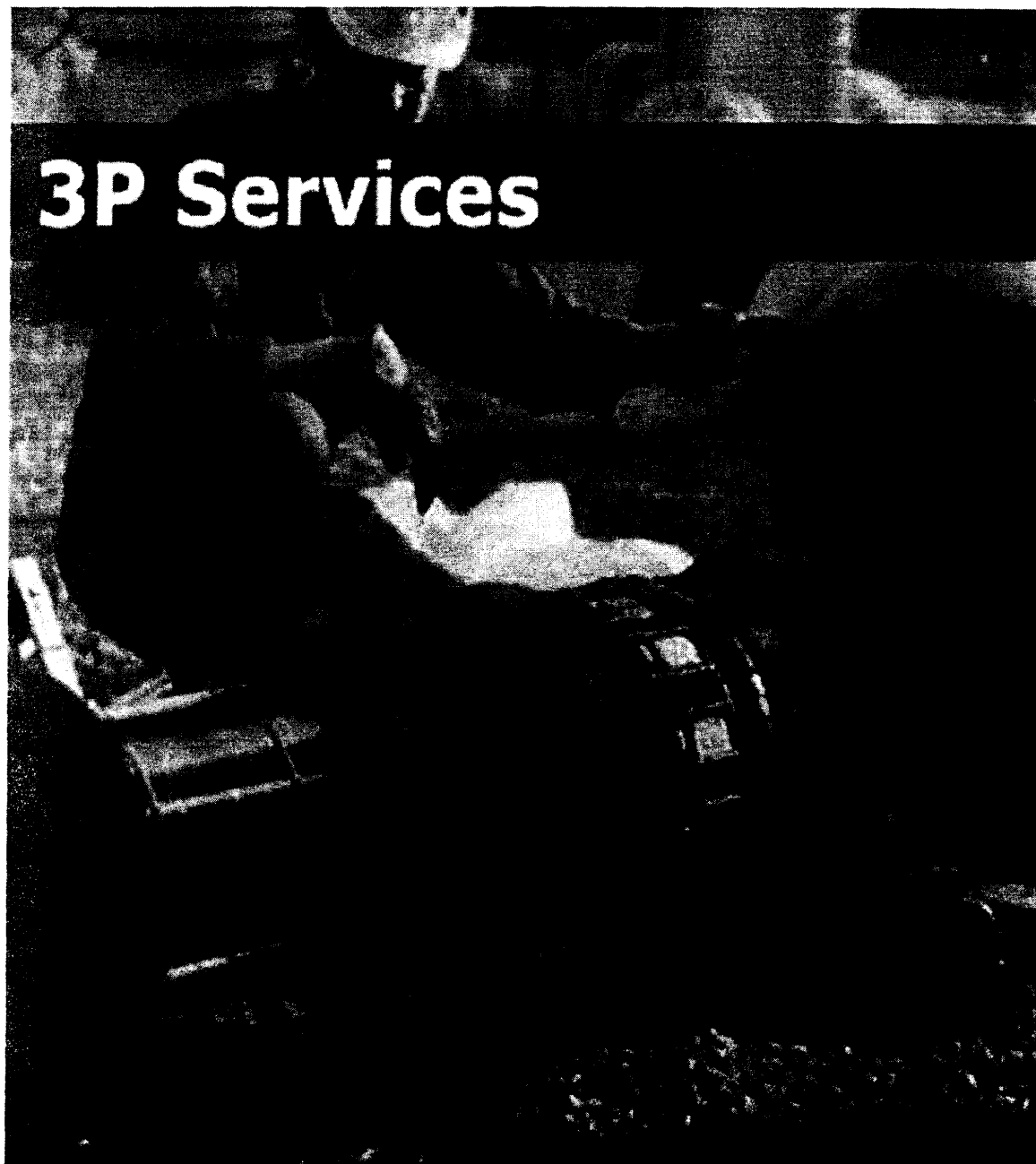
設置於智慧型 PIG 碟型圓盤前端帽 (Cap) 沿端，依智慧型 PIG 尺寸大小，設計不同數量之感應探頭 (經私下了解，該公司之 8 吋口徑之智慧型 PIG，設有 55 個探頭，依此類推，16 吋口徑之智慧型 PIG 須設 110 個探頭，26 吋口徑者則須設 178 或 179 個探頭)。

(二) 智慧型 PIG 檢測資料判讀機制

1. 建制各種腐蝕情況之各尺寸模擬管線，供新組立完成之智慧型 PIG 模擬檢測並建立資料庫
2. 施測前之模擬檢測，該公司於前往現場實際檢測 (如附圖八) 時，皆先行實施模擬檢測，用以調整、修正智慧型 PIG 之檢測數據，並為實際檢測

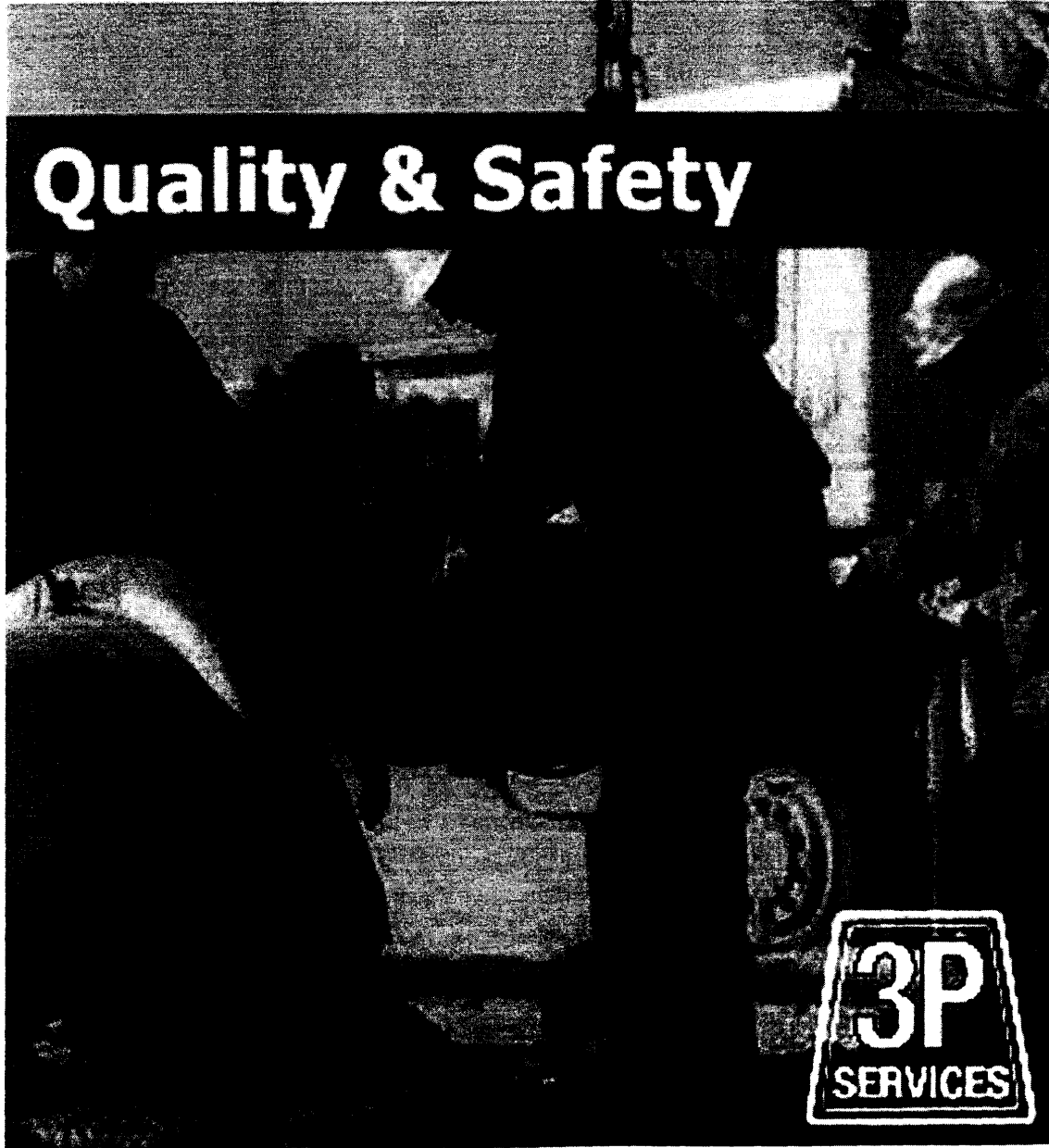
智慧型PIG現場施作情形

(附圖八-一)



智慧型PIG現場施作情形

(附圖八-二)



時之參考數據，據以判斷管線實際腐蝕情況

3. 現場實際檢測完成，將資料送回公司，並與前項
模擬檢測數據進行比對判讀

四、智慧型 PIG 檢測技術，不論是硬體設備或是軟體設備，世界各家先進公司莫不視為獨門技術，相關之 Know-how 守口如瓶，視為非賣品，不輕易釋出，以致目前全世界僅有二至三家公司擁有該等檢測之相關設備與技術，也因為如此，智慧型 PIG 檢測已屬專精、獨占之一種管線檢測技術，以致該等檢測費用之居高不下，經統計本公司以往之智慧型 PIG 檢測費用約為每公里 40 餘萬元；今年初基隆地區因管線腐蝕而發生二次漏油情形，基隆儲運處為能迅速掌握管線腐蝕情況而急欲實施智慧型 PIG 檢測，其檢測費用高出平常檢測所需費用之二倍有餘。如前所述，智慧型 PIG 檢測為先進之管線檢測技術，自行研發有其困難，而國外公司對於此類技術只採取提供服務或租用，不賣技術之策略，若非限於目前法律規定，而能夠與外國公司訂定長期檢測或租用契約，將可降低本公司本類檢測之成本。