

ECDA 管線外部腐蝕直接檢測方法及國際規範介紹

主講人：藍胄偉

Chouweilan@itri.org.tw

工研院材化所自動化檢測實驗室

課程大綱

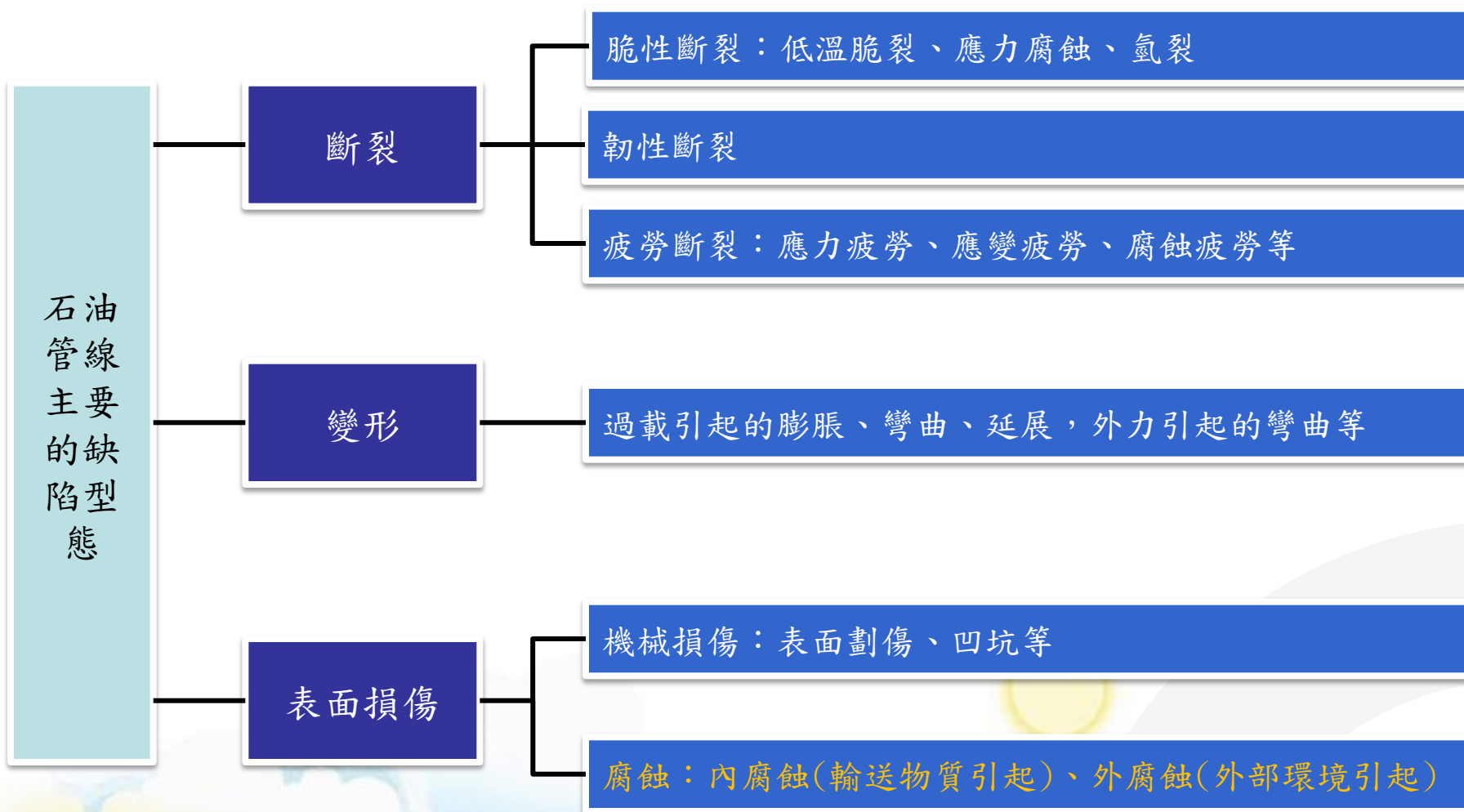
- 地下管線缺陷及防蝕系統
- 管線完整性評估檢測方法
- ECDA外部腐蝕直接評估
- 國際相關法規及標準



管線檢測之必要性

- 為避免管線發生腐蝕，必須確保管線包覆及防蝕系統處於有效狀態。
- 要做到這點，就必須對管線的防蝕系統進行檢測及評估。
- 目的是找出管線包覆、陰極防蝕系統及防干擾系統的缺陷並加以修復和改進，提高管線的完整性。
- 管線外部腐蝕直接評估為主要的檢測評估技術之一。

石油管線主要的缺陷型態



管線失效因素

- 腐蝕
- 第三方破壞
- 材料缺陷
- 焊接缺陷
- 施工缺陷
- 誤操作
- 設備缺陷
- 其他

腐蝕現象

腐蝕是材料受環境介質的化學、電化學和物理作用產生的損壞或變質現象。

環境介質

- 材料環境交互作用

表面/界面現象

自發現象

材料損傷

- 宏觀：材料損失、強度退化
- 微觀：組織、結構或價態的改變

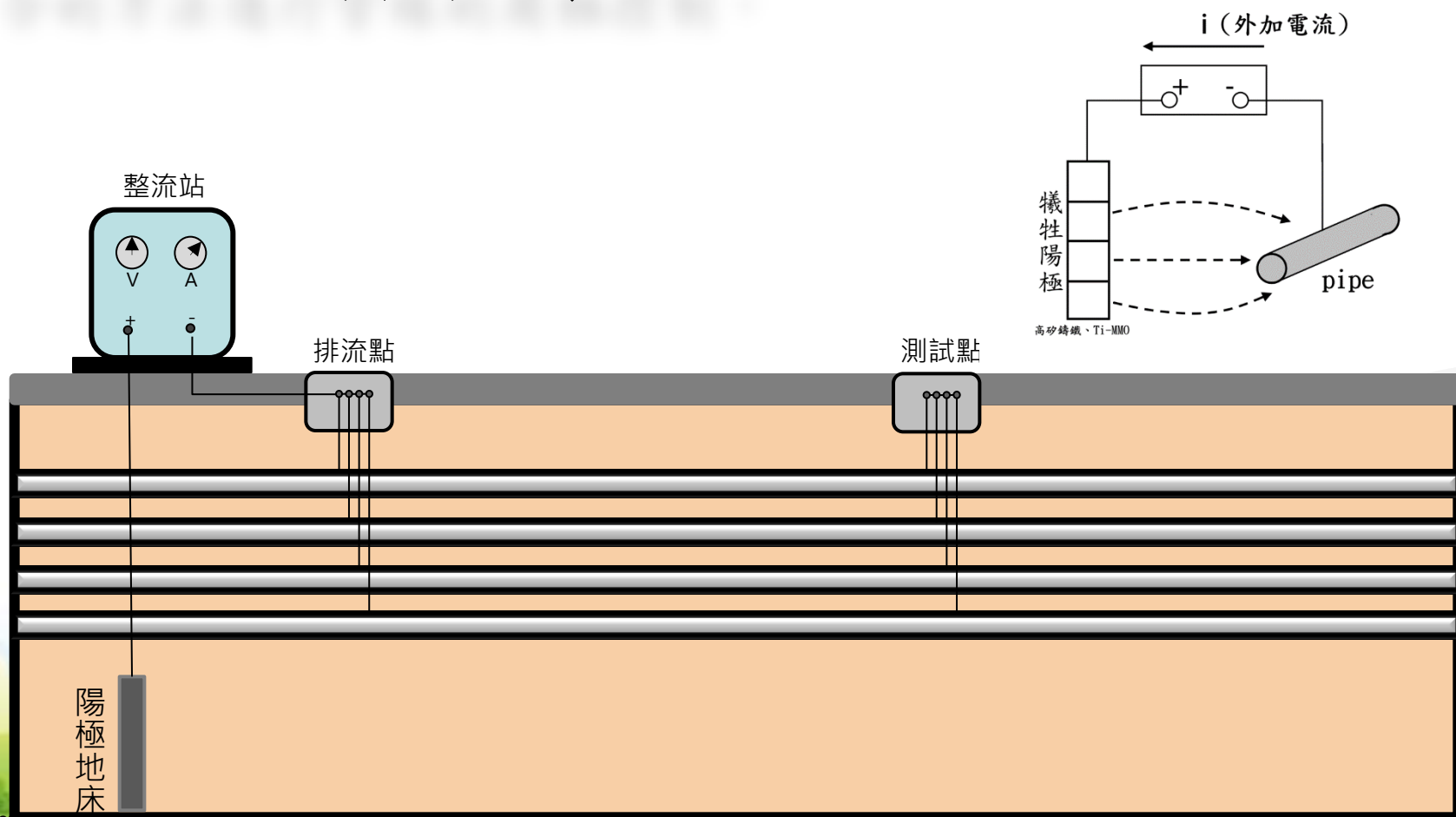
腐蝕引起的災害



美國和義大利的油氣管線爆裂事故

管線外部腐蝕防蝕系統

埋地鋼質管線在土壤中會發生腐蝕，腐蝕是導致管線失效的主要原因之一，目前廣泛採用管線包覆與陰極防蝕相結合的方法進行管線的腐蝕控制。



管線外部腐蝕防蝕系統

管線包覆

- 管線防蝕的第一道屏障
- 將管線金屬基體與土壤環境隔離
- 為陰極防蝕的實施提供必要的絕緣條件

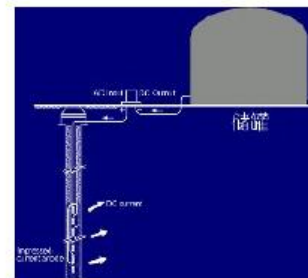
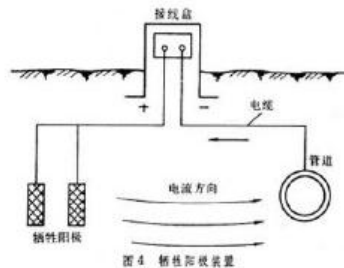
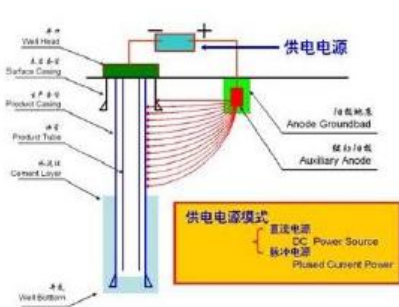
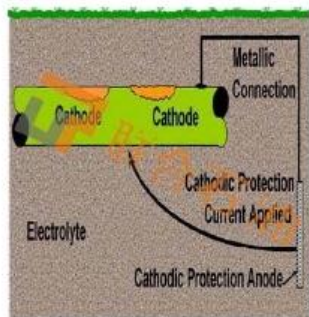
陰極防蝕

- 管線防蝕的第二道屏障
- 對管線包覆缺陷處的金屬提供附加保護

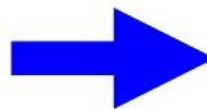
排流保護

- 管線所處位置存在雜散電流，管線可能發生雜散電流干擾腐蝕
- 管線防蝕的第三道屏障

管線外部腐蝕防蝕系統



有效性

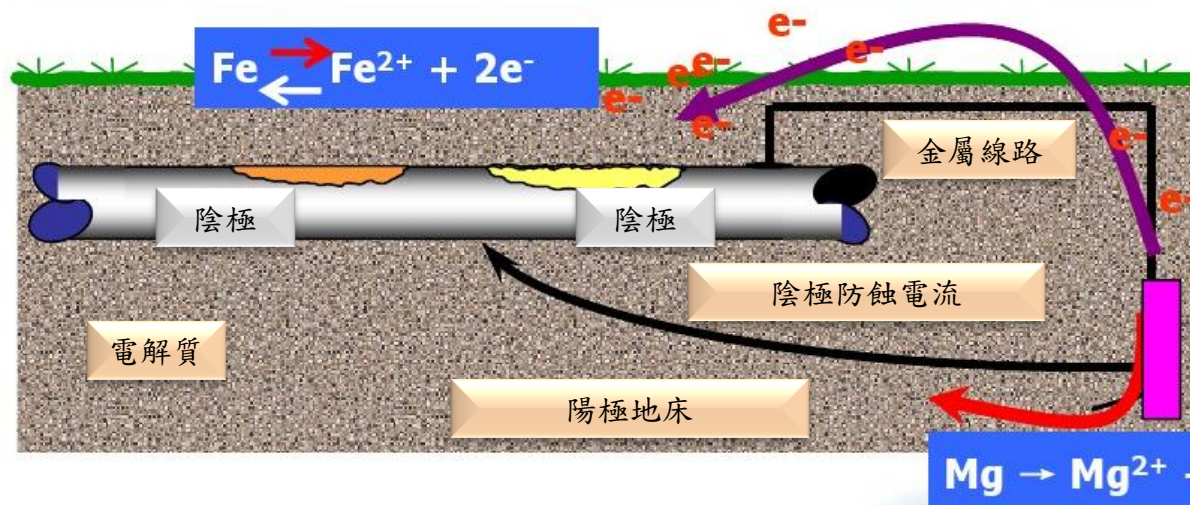
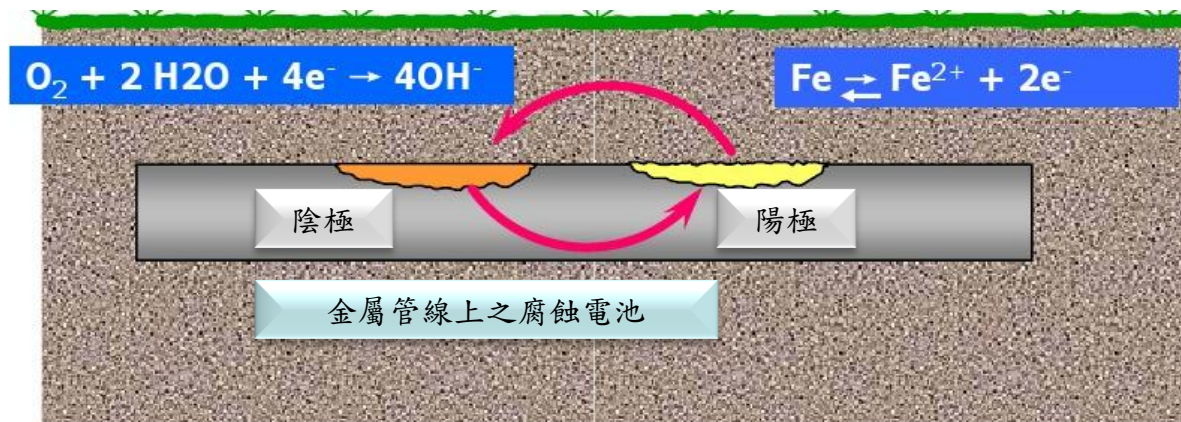


經濟性

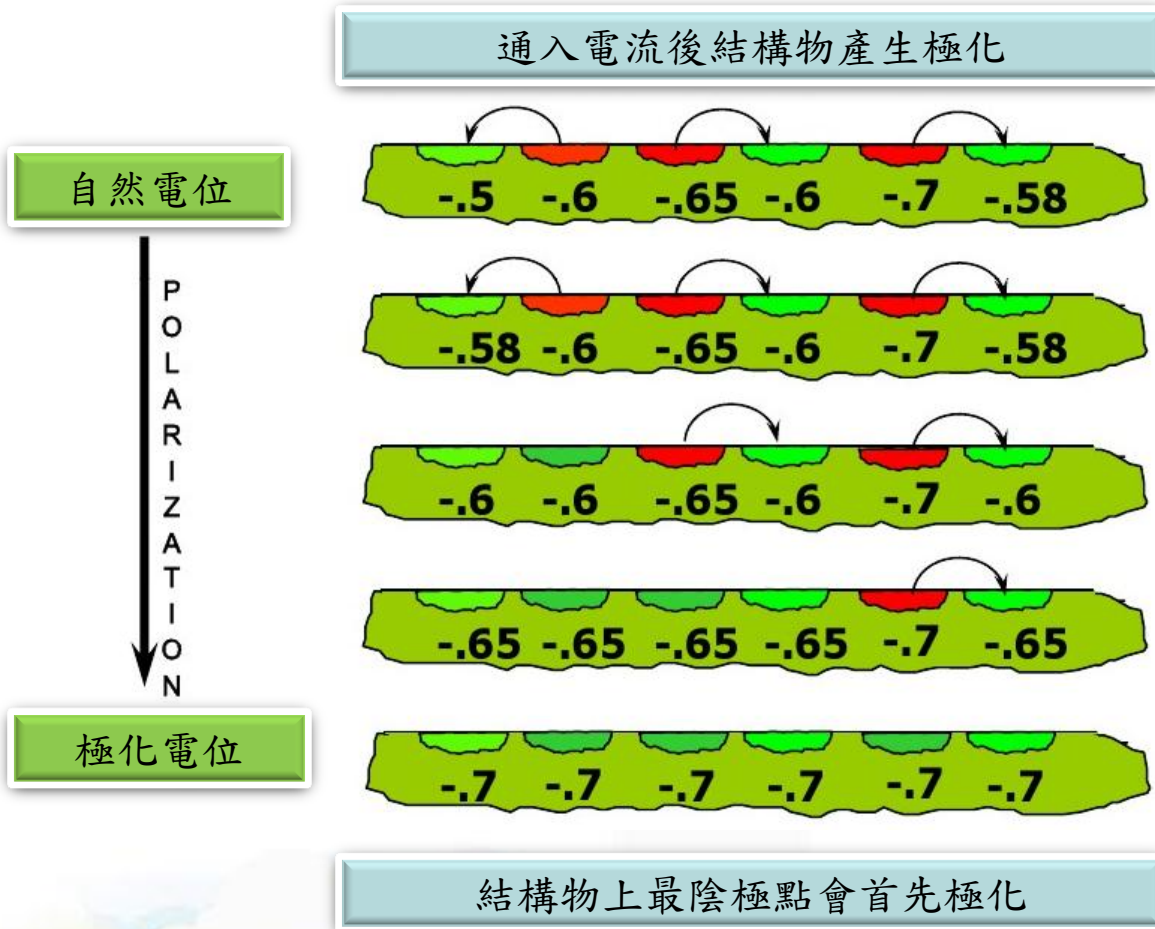
受保護的金屬結構物造價的1%~5%費用，可使結構物使用壽命延長成倍或幾十倍。

陰極防蝕目前受到全世界的普遍認可，亦有相關之設置、檢測及維護等國際規範。

陰極防蝕原理



陰極防蝕原理



為避免管線發生腐蝕，必須確保管線防蝕系統始終處於有效狀態，因此需要對管線的腐蝕情況和防蝕系統狀況進行科學檢測和評估，找出管線包覆、陰極防蝕系統以及防干擾系統的缺陷並加以修復和改進，以提高管線的完整性，保證管線安全。

陰極防蝕檢測標準

美國防蝕工程學會(NACE SP0169)定義之陰極防蝕檢測標準

1. 鋼鐵對硫酸銅參考電極之極化電位(瞬間斷電)需達 -850 mV
2. 結構物之極化量需在 100 mV 以上
3. 經驗證後之標準

第二、三項準則在實際檢測較為困難，目前仍以使鋼鐵電位維持在 -850 mV 以下的準則最為普遍，因此國內外的公司都大多採用**緊密電位量測**來檢測更準確的防蝕電位值，以研判防蝕狀態。

管線完整性管理

- 完整性管理主要包括三個方面，即：
 - 管線的檢測與可靠性(安全)評估
 - 管線剩餘強度與剩餘壽命評估
 - 管線的風險評估與管理
- 三個層次：
 - 可靠性評估(安全檢測與評估)
 - 風險評估
 - 完整性管理

管線完整性評估 NACE SP0113-2013 (Pipeline Integrity Method Selection)

管線腐蝕是威脅管線完整性的主要因素之一

		完整性評估	國際規範
一、直接評估 DA	{	外部腐蝕直接評估 ECDA	NACE SP0502 管線外部腐蝕的直接評估方法 NACE SP0210 驗證管線外部腐蝕的直接評估方法
		內部腐蝕直接評估 ICDA	NACE SP0206 (天然氣) NACE SP0110 (液化天然氣) NACE SP0208 (危險液體)
		應力開裂腐蝕評估 SCCDA	NACE SP0204 應力腐蝕開裂直接評估方法
二、管內線上檢測 (如：PIG)		線上檢測 ILI	NACE SP0102 管內線上檢測 API 1163 在線檢測系統評定標準 NACE Publication 35100 管線在線檢測
三、壓力測試		壓力測試 Pressure Testing	ASME B31.8 ASME B31.4 液態烴和其他液體管線輸送系統 ANSI/API RP1110 鋼質管線壓力測試的推薦實施方法
		These NACE standards are cited in ASME B31.8S and/or API 1160	

管內檢測技術(ILI)

管內檢測技術(ILI)

管內檢測技術是將各種非破壞檢測(NDT)設備載入到清管器(PIG)或其他載體上，進行資訊採集、處理、存儲等作業，透過相關載體在管線內的運動，達到檢測管線缺陷的目的。

優點

- 敏感度好、定位精度高
- 能識別和定位非常微小的洩漏

缺點

- 無法實現不間斷的檢測
- 會影響管線運作
- 價格較高

Smart PIG檢測流程

檢測流程：

1. 管線調查
2. 試通PIG
3. 檢測前清洗/驗證
4. 管線幾何檢測
5. 管線缺陷檢測(磁漏、超音波、渦電流)
6. 測試數據分析
7. 管線檢測報告



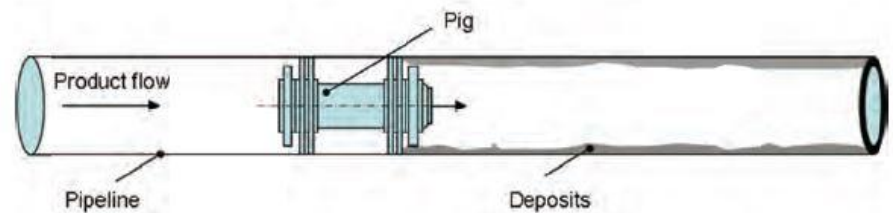
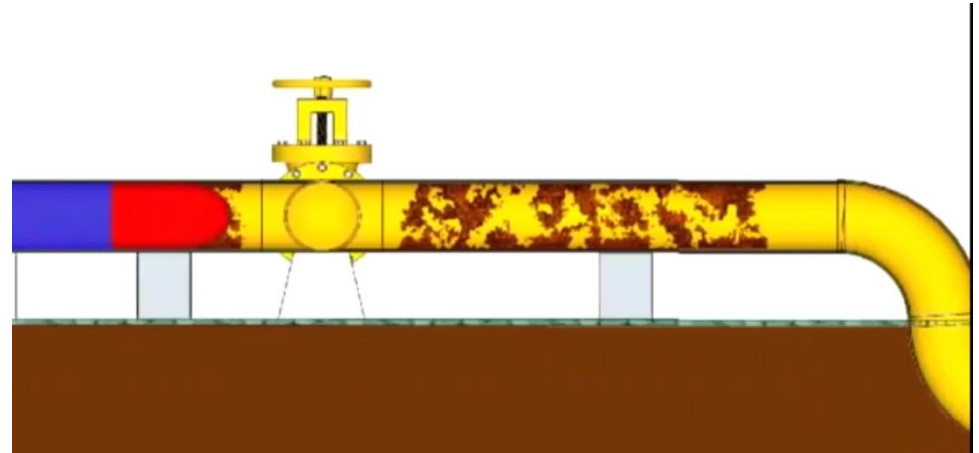
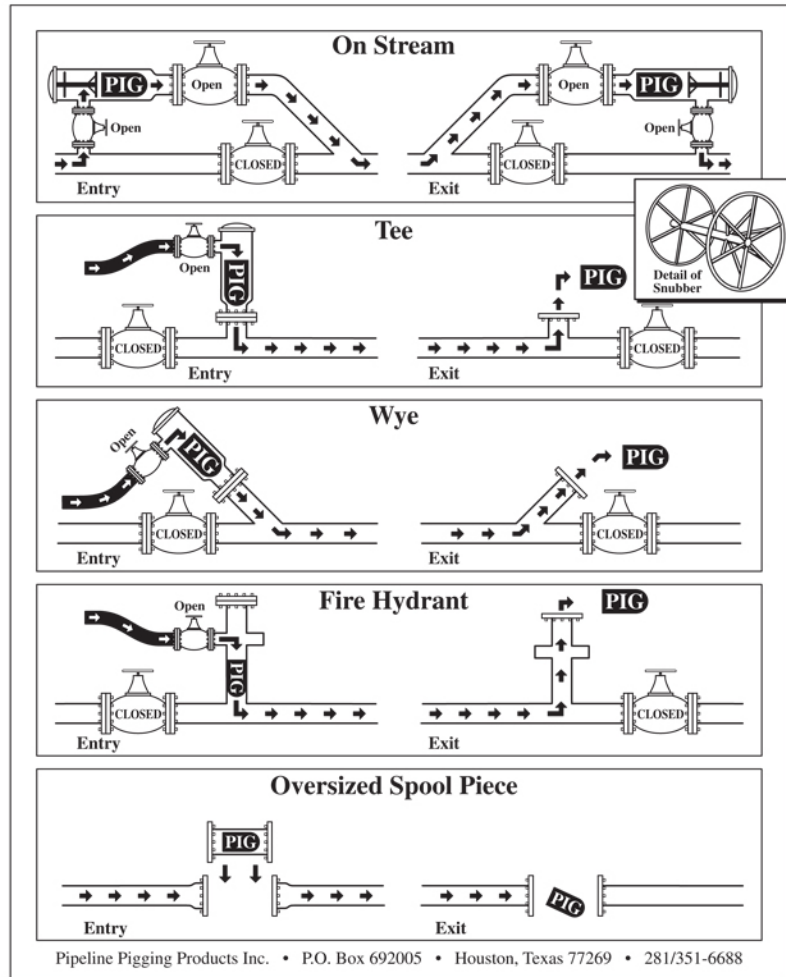
Cleaning PIG

- 清管器(Cleaning PIG)清洗依靠被清洗管線內流體的自身壓力或通過其他設備提供的水壓或氣壓作為動力，推動清管器在管線內向前移動，刮削管壁污垢，將堆積在管線內的污垢及雜物推出管外。



常見清管器種類

Cleaning PIG



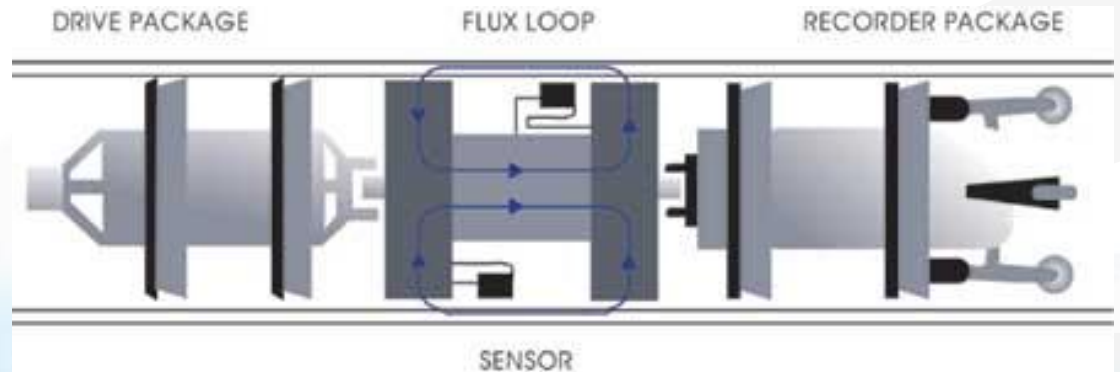
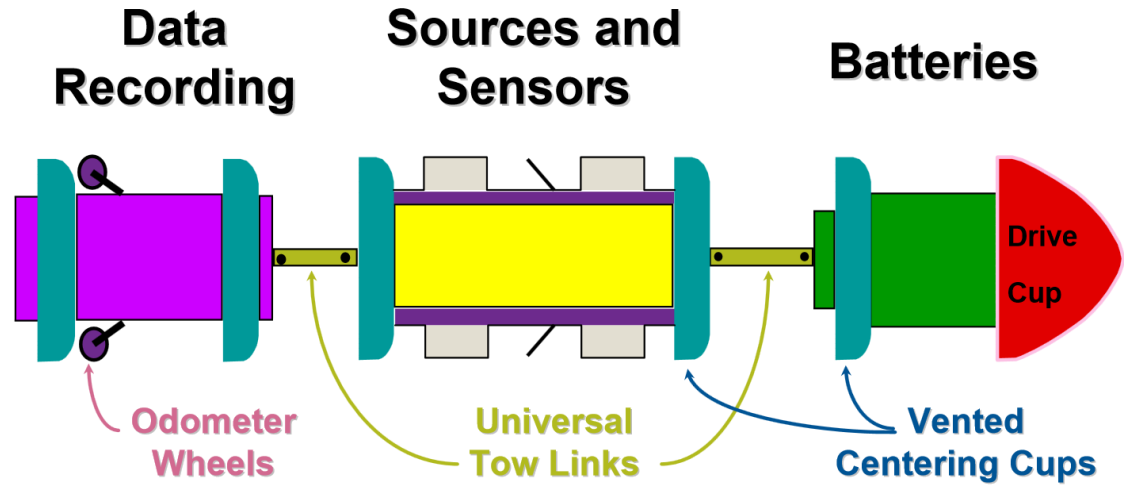
清管器推進與回收

清管器運作示意圖

Smart PIG 結構介紹

智慧型清管器 (SmartPIG) 具有高解析度磁漏、超音波及渦電流等技術，能採集管線狀況的各種資料，再將採集的資料進行電腦處理可以得到管線腐蝕、輪廓、變形、壁厚、裂紋、管閥配件的位置等各種資訊。

智慧型清管器 (SmartPIG) 主要包含三個部分，電池裝置、感測器裝置及資料讀取裝置，而感測器的技術主要以超音波、磁漏及渦電流為目前較長，右圖下方即為磁漏檢測技術之示意圖。



Smart PIG 檢測技術(ILI)

SmartPIG 功能：

1. 測徑檢測技術
2. 洩漏檢測技術
3. 磁漏檢測技術(MFL)
4. 壓電超音波檢測技術
5. 電磁超音波檢測技術(EMAT)



地下管線智慧型通管器檢測(ILI)

- 檢測方法
 - 磁漏法(MFL)
 - 超音波檢測法
 - 測厚
 - 裂縫檢測
- 檢測結果
 - 提供明確之厚度變化及分佈位置
 - 依據法規提供評估結果 (ASME B31G)
- 檢測限制
 - 較小管徑
 - 管線埋設幾何形狀限制
- 檢測費用高

壓力測試(pressure testing)

- 壓力試驗是被普遍接受的完整性測試方法。對運轉中管線進行壓力試驗很複雜。這是因為運作的中斷和獲得許可取水 and 處理被油品污染的水很麻煩。但是，**如果內檢測工具不能在管線中運行，或者其它評估方法沒有很好的效果的話，壓力試驗還是一個很好的選擇。**
- **壓力試驗能夠證明管線在最大操作壓力下是否具有完整性。**在允許範圍內，測試壓力和運行壓力的比例越大，試驗的效果越明顯。
- 美國機械工程師協會B31.4要求測試壓力不小於最大運行壓力的1.25倍，在進行外觀檢查的情況下要測試4小時，在沒有外觀檢查的情況下要繼續在1.1倍最大運行壓力情況下測試4小時。
- 另一種方法叫“針刺試驗”，這種試驗1.39倍最大運行壓力的情況下對管線測試30分鐘，其目的主要在於檢查縱向焊縫。

管線腐蝕的直接評估 (DA)

管線腐蝕是威脅管線完整性的主要因素之一，有效地控制腐蝕是建立在有效的檢測手段可準確的評估方法之上的。直接評估 (Direct Assessment) 是對不能進行內檢測或以外腐蝕為主的管線，通過間接檢測手段採集資料，評估管線的各種腐蝕，進而得出管線完整性資訊是十分有效的。管線的腐蝕直接評估是一個周而復始的迴圈過程。一般包含四個步驟：預評估、間接檢測、直接檢查和後評估的過程。

- 外腐蝕直接評估 (ECDA)
- 內腐蝕直接評估 (ICDA)
- 應力腐蝕直接評估 (SCCDA)

外部腐蝕直接評估 (ECDA)

對於地下管線而言，ECDA評估方法是管線完整性評估方法中最為重要的組成部分。相比之下，ECDA評估方法一般採用常規檢測手段易於獲得管線的腐蝕相關資料，其評估結果具有較大參考價值。具有成本低、對管線條件要求不高，易於實施等優點。

- **ECDA--Pipeline External Corrosion Direct Assessment**
- **國際標準：** **NACE SP 0502-2010**

ECDA檢測對象



外部腐蝕直接評估 (ECDA)

ECDA的主要工作目標：

通過間接檢測手段對管線包覆狀況進行檢測與評估，分析判斷存在管線包覆缺陷或管線包覆性能較差的管段，評估管線包覆缺陷點管線的腐蝕活性；

通過間接檢測手段對陰極防蝕的有效性進行檢測與評估，分析判斷管線陰極防蝕異常的管段位置和導致異常的原因；

通過間接檢測手段對管線的交、直流干擾狀況進行檢測與評估，分析判斷存在雜散電流影響的管段位置以及影響程度和原因；

通過開挖檢查手段對管線包覆缺陷和管體腐蝕情況進行直接檢測與評估

通過檢測和採樣化驗等手段對管線周圍環境的腐蝕性進行檢測與評估。

外部腐蝕直接評估 (ECDA) 工具選擇表

環境	緊密電位 測量法 (CIPS)	電流電位梯度測量法 (ACVG、DCVG)	皮爾遜法 (Pearson)	交流電流衰減檢測法 (ACAS)(PCM)
防蝕包覆破損	2	1, 2	2	1, 2
裸管陽極區	2	3	3	3
近河流或穿越	2	2	2	2
凍土區下	3	3	3	1, 2
雜散電流干擾	2	1, 2	2	1, 2
陰極防蝕遮蔽	3	3	3	3
相鄰金屬結構物	2	1, 2	3	1, 2
附近平行管線	2	1, 2	3	1, 2
高壓交流電干擾	2	1, 2	2	2
柏油路面下	3	3	3	1, 2
穿越其他管路	2	1, 2	2	1, 2
帶套管管線	3	3	3	3
深埋區	3	3	3	3
潮濕地區	2	1, 2	2	1, 2
岩磐帶	3	3	3	2

1：表示可適用於小的防蝕包覆破損點（獨立的，面積一般小於 600 mm²）和在正常運行條件下不會引起陰極防蝕電位波動的環境。

2：表示可適用於大面積的防蝕包覆破損點和在正常運行條件下引起陰極防蝕電位波動的環境。

3：表示不適用，不能應用此工具，或者說，在無附加考慮條件時不能應用此工具。

外部腐蝕直接評估 (ECDA) 工具功能介紹

緊密電位檢測 (CIPS)

- 檢測管線保護電位是否充足
- 藉由管地電位變化判斷管線異常處

DCVG

- 配合緊密電位進行管線異常處的定位

交流電流衰減檢測 法(ACAS)(PCM)

- 檢測管線包覆層受損位置

ACVG

- 配合PCM進行管線包覆層受損位置的定位

緊密電位檢測可確認管線受到充分的保護，在管線包覆受損狀態下，可持續降低管線腐蝕的速率，且透過檢測數據的累積，可更準確判斷管線存在情況，目前為國內重要的檢測方法之一。

檢測要求

管線檢測技術應滿足以下要求：

- (1) 準確確定缺陷位置和大小；
- (2) 指明是否正在發生腐蝕；
- (3) 給出完全獨立操作者的解釋結果；
- (4) 複雜條件下（如密集的管線系統，與其他金屬結構平行，存在交直流雜散電流干擾等），結果可靠；
- (5) 檢測結果的可重複性高；
- (6) 可生成測量紀錄。

管線包覆缺陷檢測技術

- 交流法

Person檢測法

交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)

交流電壓梯度檢測法(ACVG)

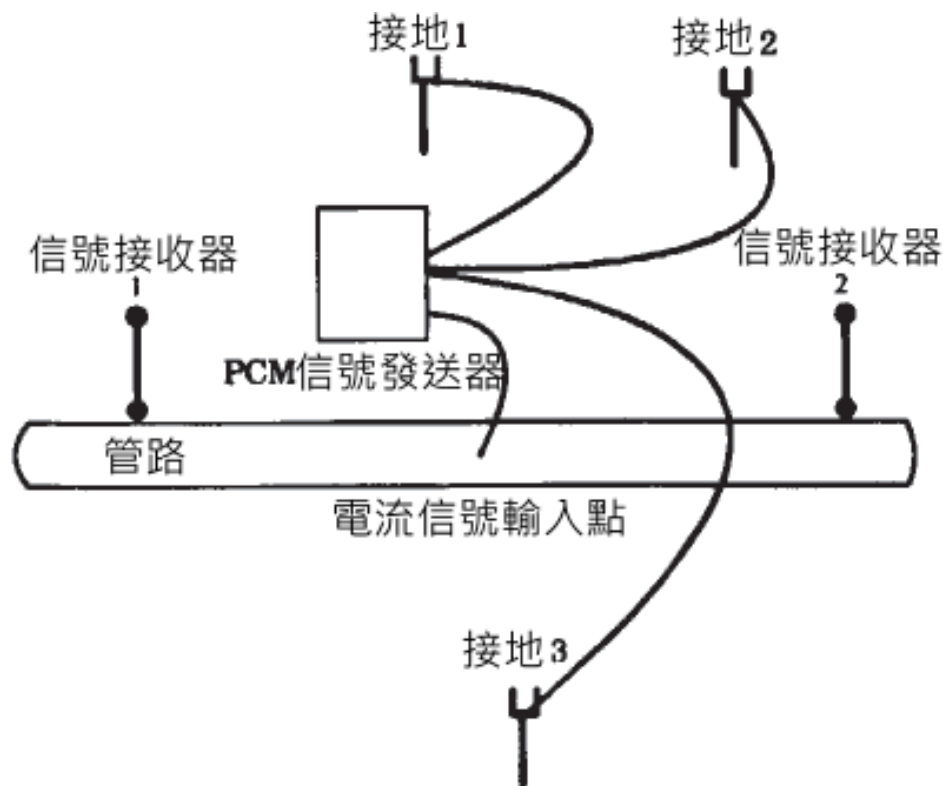
- 直流法

標準管/地(P/S)電位檢測法

緊密電位檢測法(CIPS)

直流電壓梯度檢測法(DCVG)

交流電流衰減檢測法(PCM)



對管線施加一定的電流後，電流由信號加入點向遠方傳遞時會逐漸衰減。衰減大小與管線包覆的電阻有關。管線包覆電阻高，電流衰減就慢，反之則衰減快。

交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)

電流隨距離衰減的關係式為：

$$I = I_0 e^{-\alpha X}$$

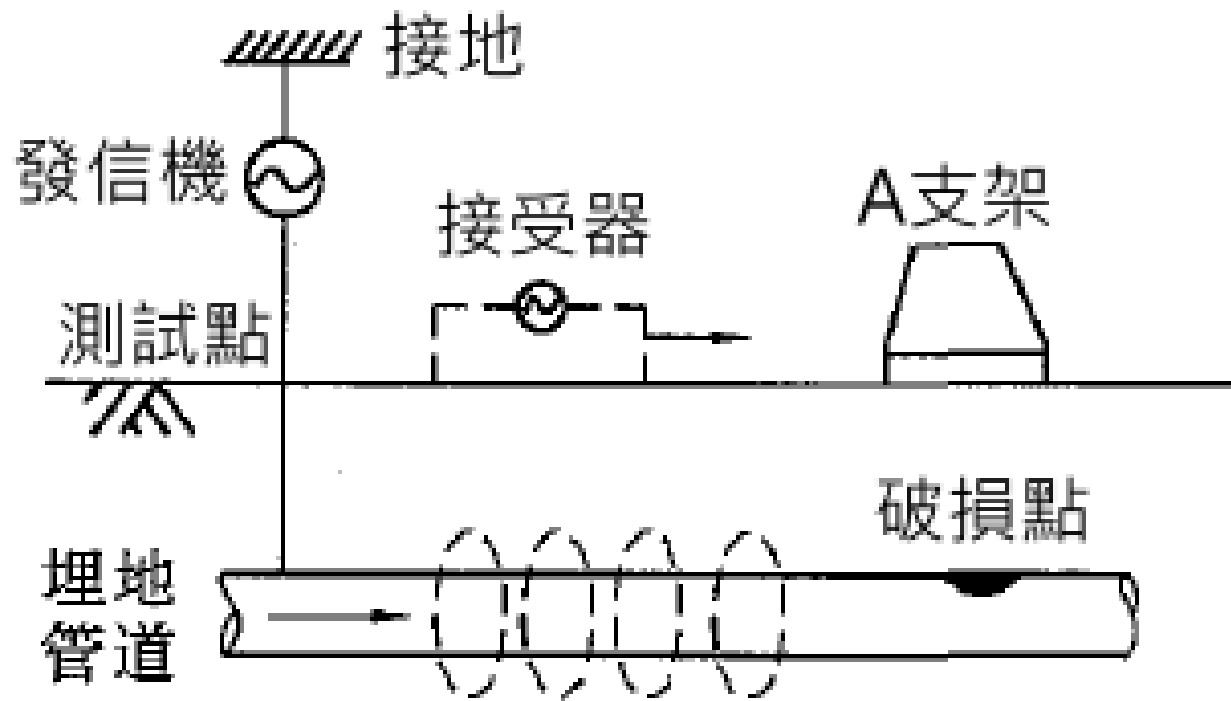
式中 I - 管道中任意處的電流，mA

I_0 - 發射機向管道施加電流點的電流，mA

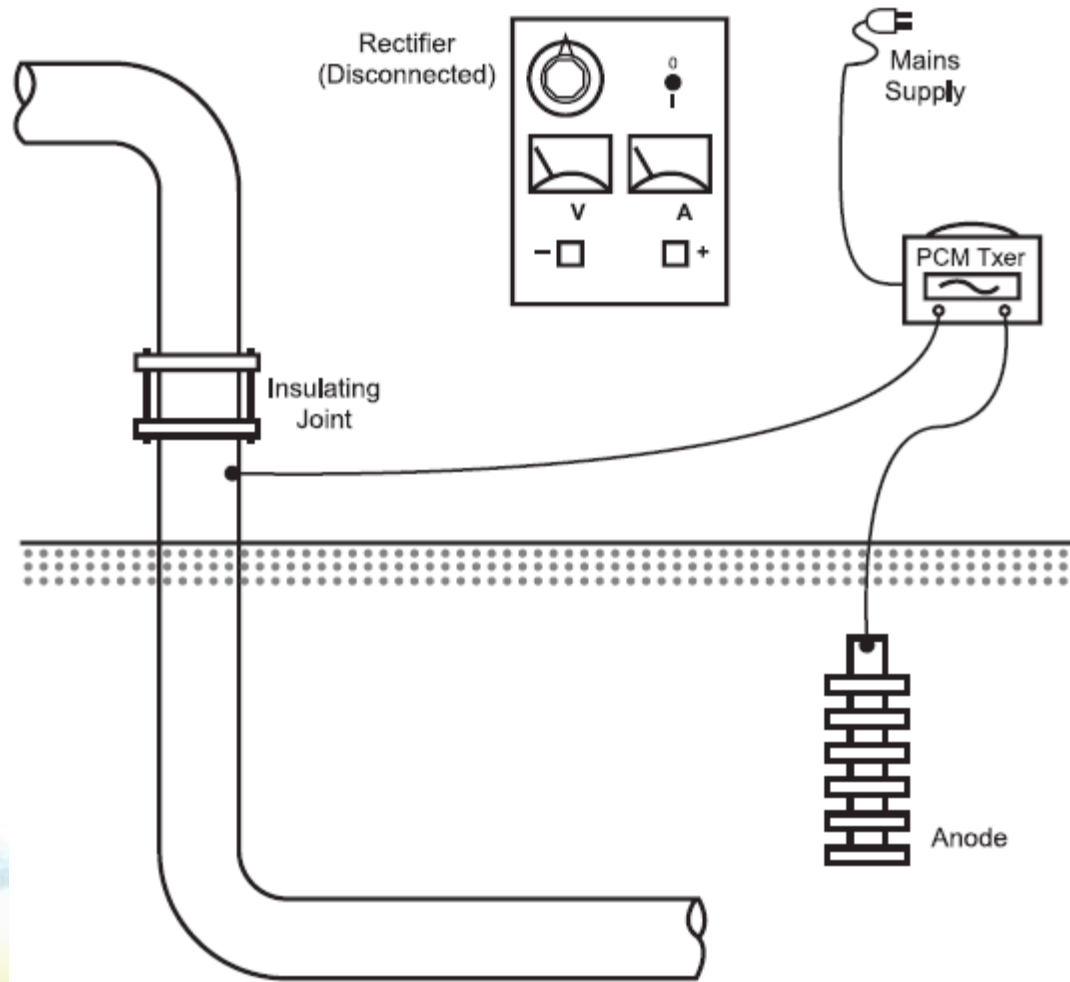
X - 測量點到供電點的距離，m

α - 衰減係數（與被測管道的防腐絕緣層電阻率、管道直徑、壁厚、材質有關）

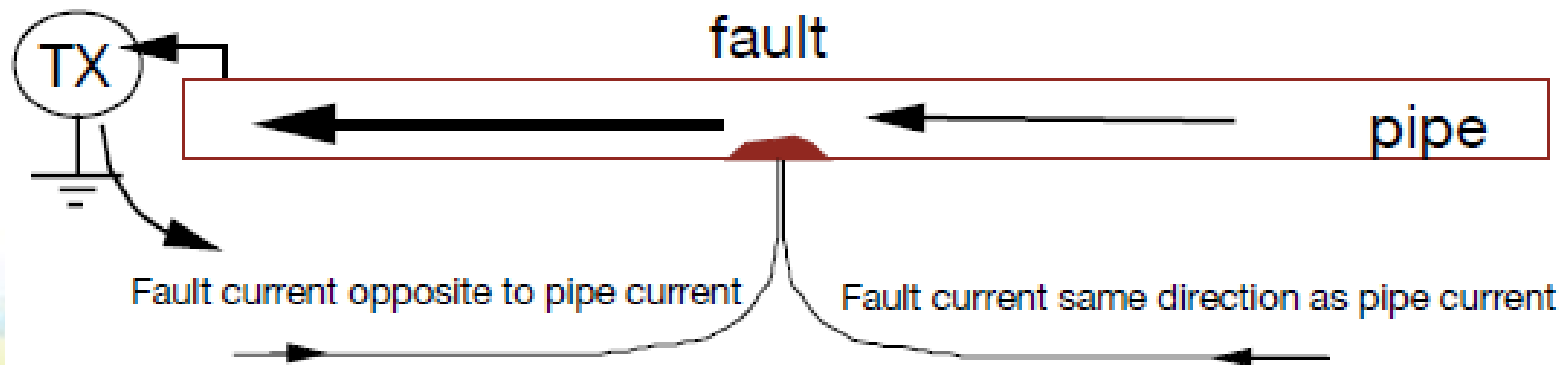
交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)



交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)



交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)



交流電流衰減檢測法(ACAS)(PCM)

優點：

- 當管線表面具有高品質的管線包覆時，其信號傳播距離可超過30km
- 可測深度只需1人便可操作
- 接收機不需與土壤接觸
- 可迅速獲取初勘結果
- 電流衰減記錄與以後檢測結果比較，可進一步評估管線包覆退化或損壞程度



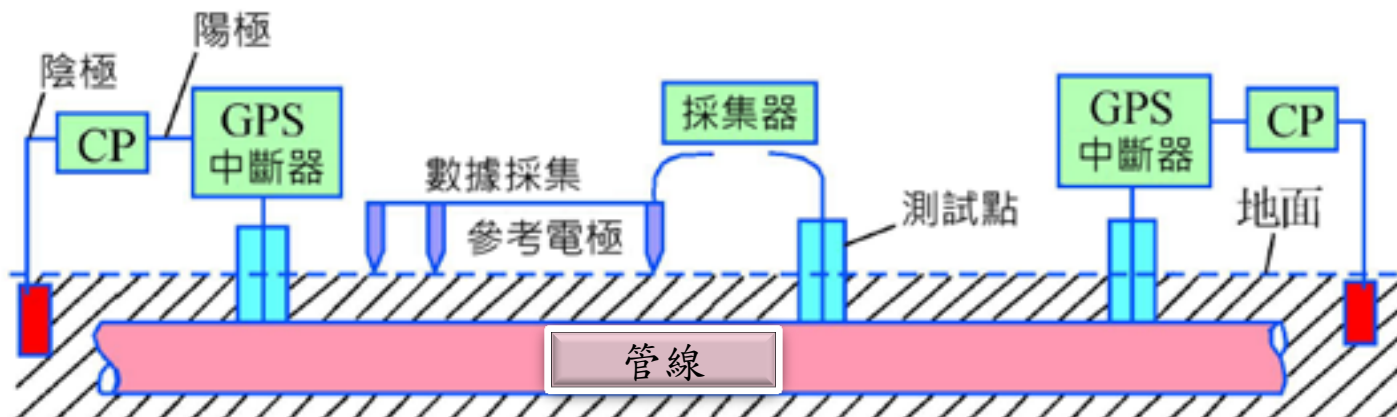
交流電流衰減檢測法(PCM)

缺點：

- 對埋設於非均質土壤中的管線、具有極劣質管線包覆的管線及存在多種特殊部件的管段，該方法不能取得良好的效果
- 存在平行佈置的其它金屬管線時，信號可能感應到其它管線
- 受外界電性干擾影響
- 必須瞭解管線的幾何特徵



緊密電位檢測法(CIPS)



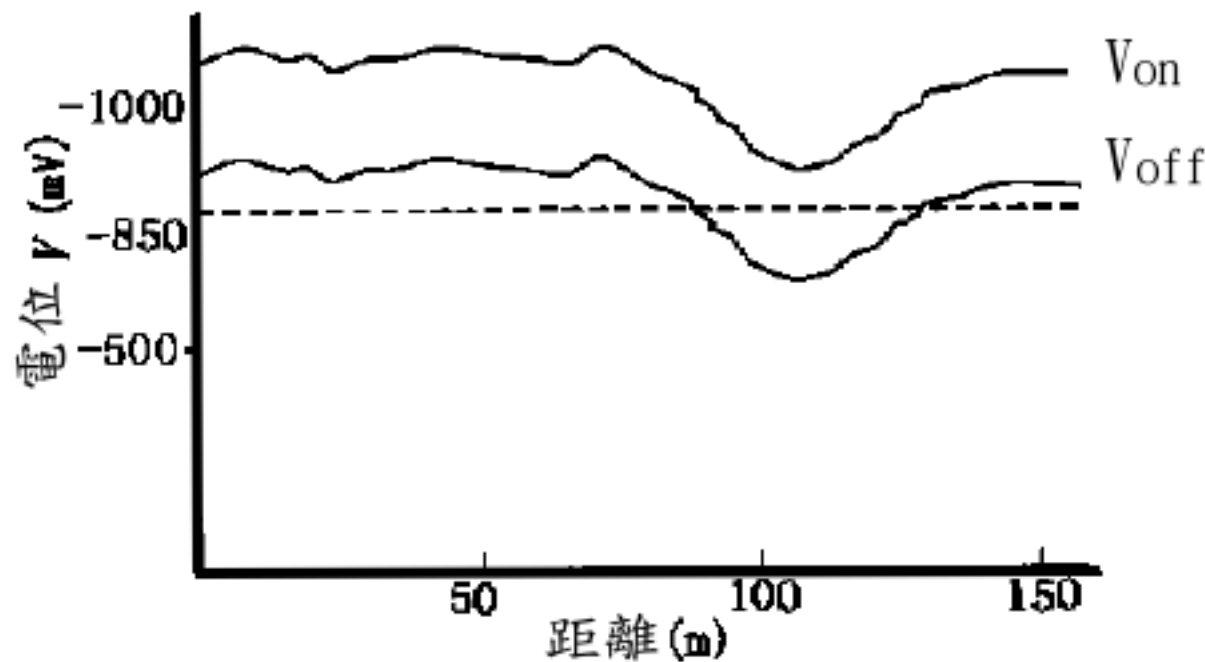
- 測量原理如上圖所示，在管線上測量埋地管線的管地電位沿管線的變化（一般是每隔 1 ~ 3 m 測量一個點）。
- 在有陰極防蝕的管線上，測量時能得到兩種管地電位：
一是陰極防蝕系統電源開時的管地電位（ V_{on} 電位）；
一是陰極防蝕電源暫態關時的管地電位（ V_{off} 電位）。
- 通過對全線管地電位的資料處理與變化趨勢分析，可瞭解管線管線包覆的總體品質狀況

緊密電位檢測法(CIPS)



緊密電位檢測法(CIPS)

通過分析 V_{on}/V_{off} 管地電位變化曲線，可發現管線包覆存在的大的缺陷。當管線包覆有較嚴重的缺陷時，缺陷處管線包覆的電阻率會很低，接近或小於土壤的電阻率，這時陰極防蝕電流密度會在缺陷處增大。由於電流的增大土壤的IR電壓降也會隨之增大，因此在缺陷點周圍管地電位(V_{on}/V_{off})值會下降。在管地電位曲線圖上出現漏斗形狀，特別是 V_{off} 值下降的更多些。



緊密電位檢測法(CIPS)

優點：

- 可瞭解陰極防蝕電位從CP站出站到末端的連續變化情況。
- 可確定管線包覆缺陷點處保護電位是否處在有效保護線上，判定該處管遭是否發生腐蝕。
- 分析檢測結果曲線圖能夠發現管遭管線包覆存在的嚴重缺陷
- 評估陰極防蝕系統保護電位的方法更科學、更準確，測量結果更接近實際保護情況

緊密電位檢測法(CIPS)

缺點：

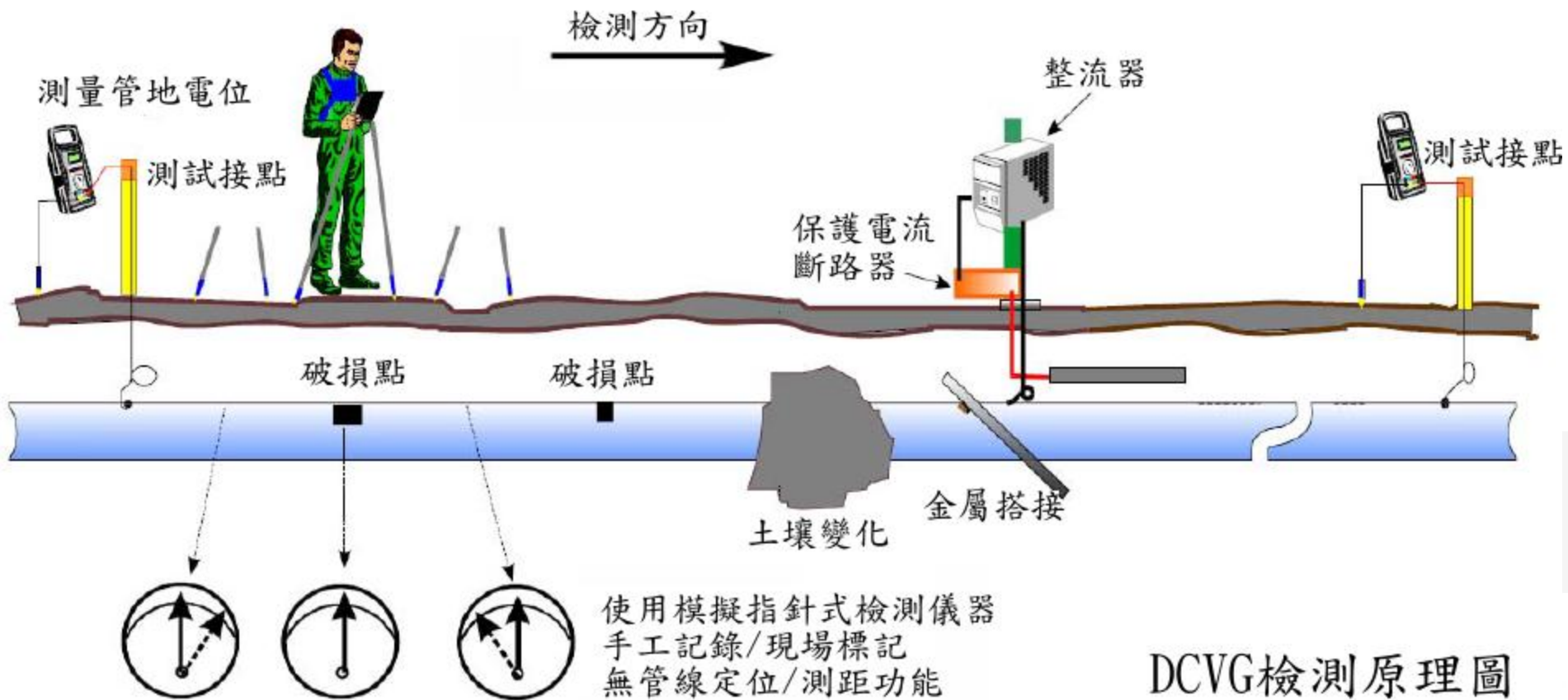
- 當存在雜散電流時，它所測得的OFF電位準確性較差
- 在磚石鋪砌地面、混凝土表面、河流等區域的測量效果也不理想
- 檢測需要之人力較多，時間較長。



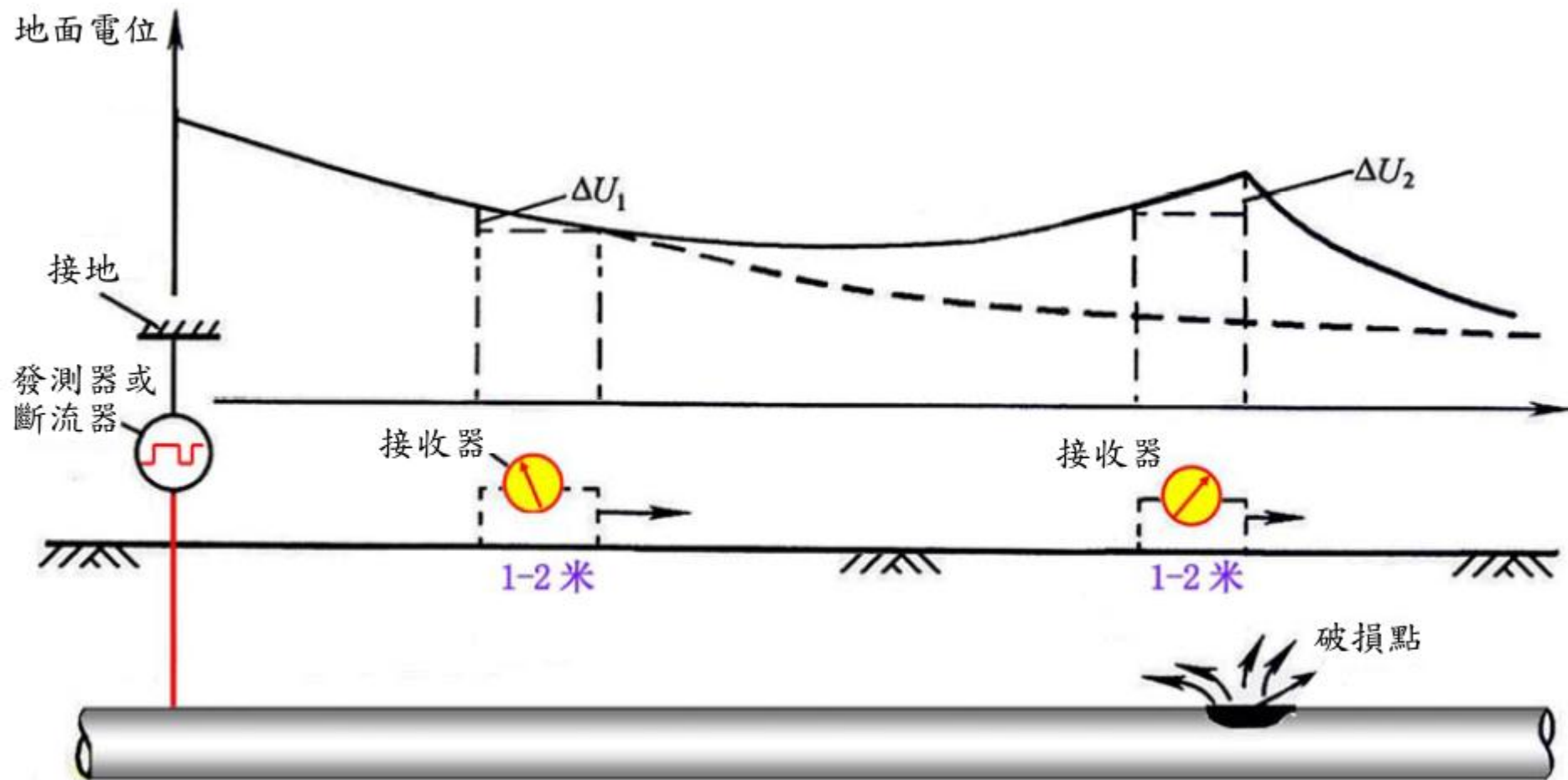
直流電位梯度法（DCVG）

- DCVG 測量是採用直流脈衝技術與陰極防蝕技術相結合的埋地管線管線包覆缺陷檢測技術，通常用於管線管線包覆完整性評估。
- 其原理為：一個直流信號如陰極防蝕信號，載入到管線上之後，當管線的管線包覆存在破損時，電流通過管線破損點向土壤中流去；由於土壤的電阻存在，在破損點周圍的土壤中電位梯度就隨之形成，在接近破損點的部位電位梯度增大，電流密度也隨之增大。一般情況下，破損面積越大，電流密度也就越大，電壓梯度也就越大。

直流電位梯度法 (DCVG)



直流電位梯度法 (DCVG)



直流電位梯度法（DCVG）

優點：

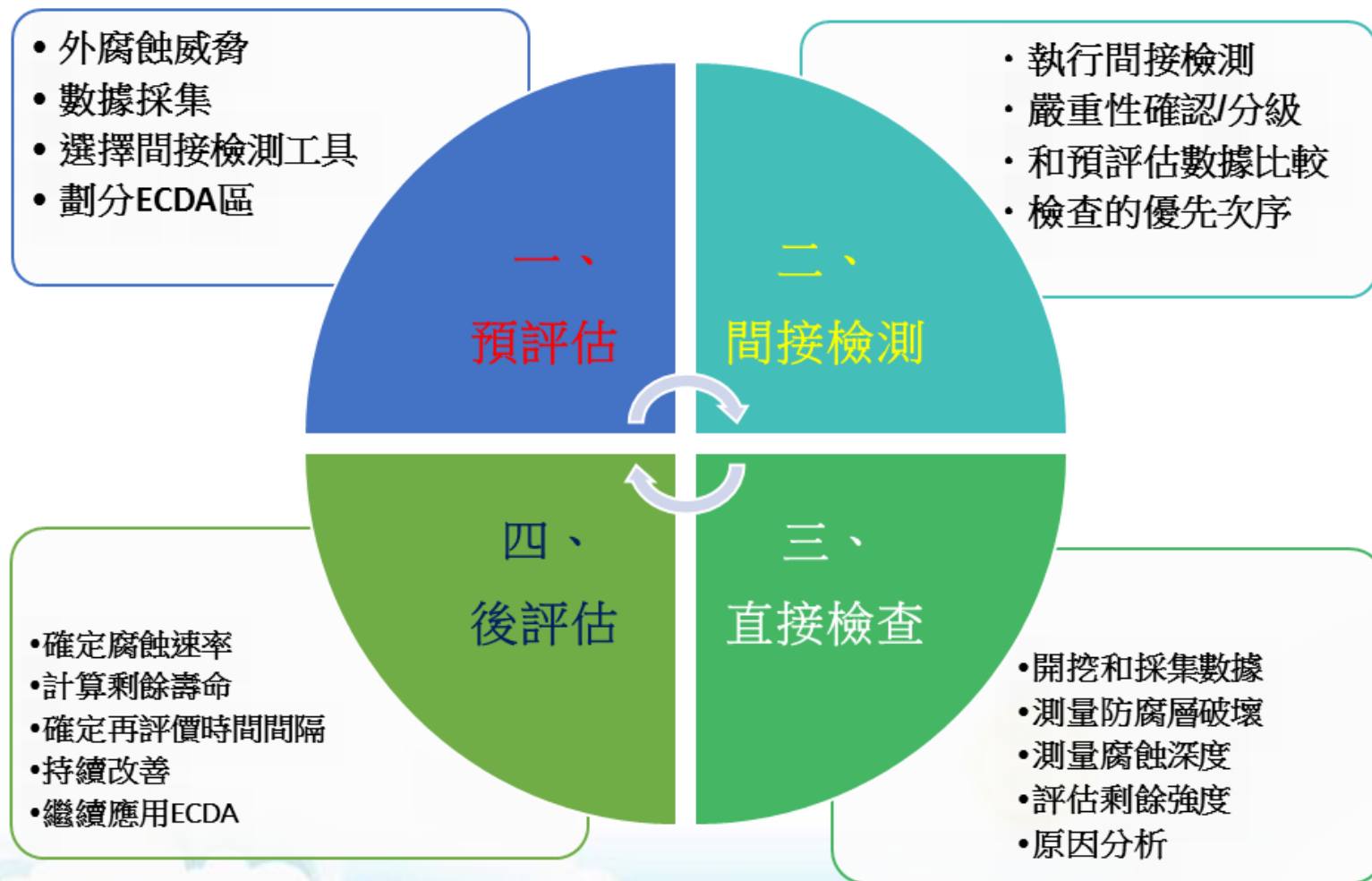
- DCVG 檢測技術可判斷缺陷的準確位置
- 無須精確的管線位置
- 可確定電流方向和腐蝕缺陷
- 如已知管線的準確位置，可對缺陷大小進行排序，以確定維修順序
- 對多數土質條件，該方法不受離散電流的影響
- 適合於存在電流相互影響或非穩定電位的區域
- 與其它技術結合，如CIPS，可用於埋地管線管線包覆狀況綜合評估。

直流電位梯度法（DCVG）

缺點：

- 不能直接給出破損點處的管地電位
- 對沒有施加陰極防蝕的管線較難執行檢測
- 需要大量原始資料的支援，否則檢測結果解釋困難
- 受土壤性質及雜散電流的影響大
- 其檢測的能效較多地依賴於操作者的經驗和水準
- 需要大量原始資料支持，相對其它方法效率較低。

EDCA檢測及評估步驟



預評估

- 預評估將施工記錄、運行維護歷史資料清單清單，並對以前通過完整性評估方法得到的腐蝕檢測記錄和地上檢測記錄等資料進行收集和分析，從而判斷ECDA是否適合應用於此管線包覆，並劃分ECDA管段。



間接檢查

- 間接檢查通過預評估，從中選擇兩種或更多的檢測技術，來確定管線包覆損傷及管線腐蝕的嚴重程度、其餘的異常區域、有可能或已經發生腐蝕的部位。



直接檢查

- 直接檢查通過對預評估和間接檢查階段資料的分析，選擇區域進行開挖檢查管線。利用開挖得到的資料和其他方法得到的資料鑒定和評估外部因素對管線腐蝕的影響，這一階段包括對任意種類金屬、管線包覆、陰極防蝕系統的修復工作的鑒定，增強管線抵抗外部腐蝕的能力。

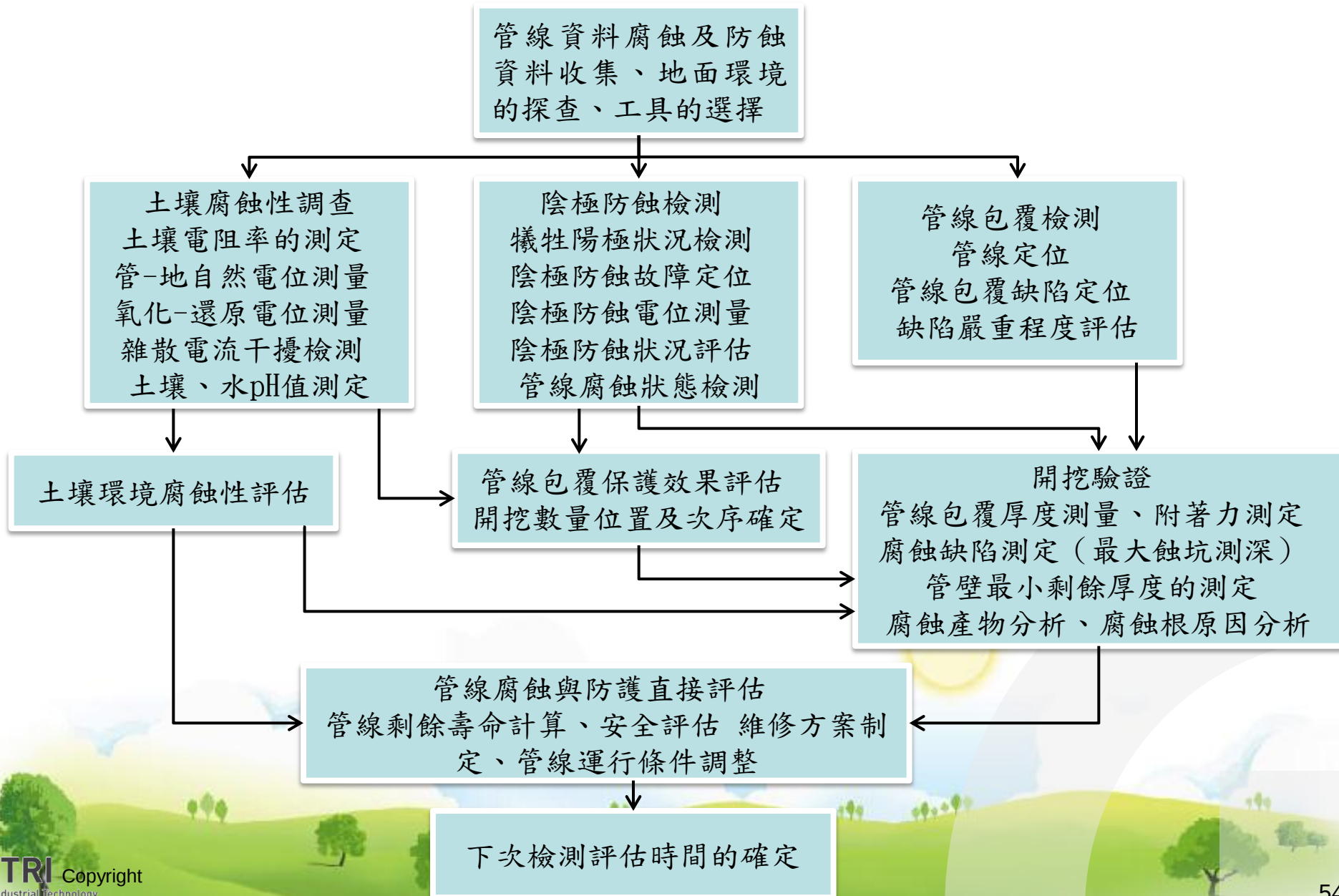


後評估

- 後評估通過對所有能得到資料的評估判斷 ECDA 過程的有效性，判斷重新評估的時間間隔。



外部腐蝕直接評估 (ECDA) 執行流程



直接檢測

直接檢測

管線包覆缺陷
處理優先順序
排序並確定開
挖點

開挖及資料獲
取(管線厚度、
周圍環境土壤
資料等)

開挖點的修復

後評估

腐蝕管線的安
全評估

腐蝕原因分析
及評估指標修
正

開挖及數據收集



土壤腐蝕性

管線包覆情形

管線腐蝕情形

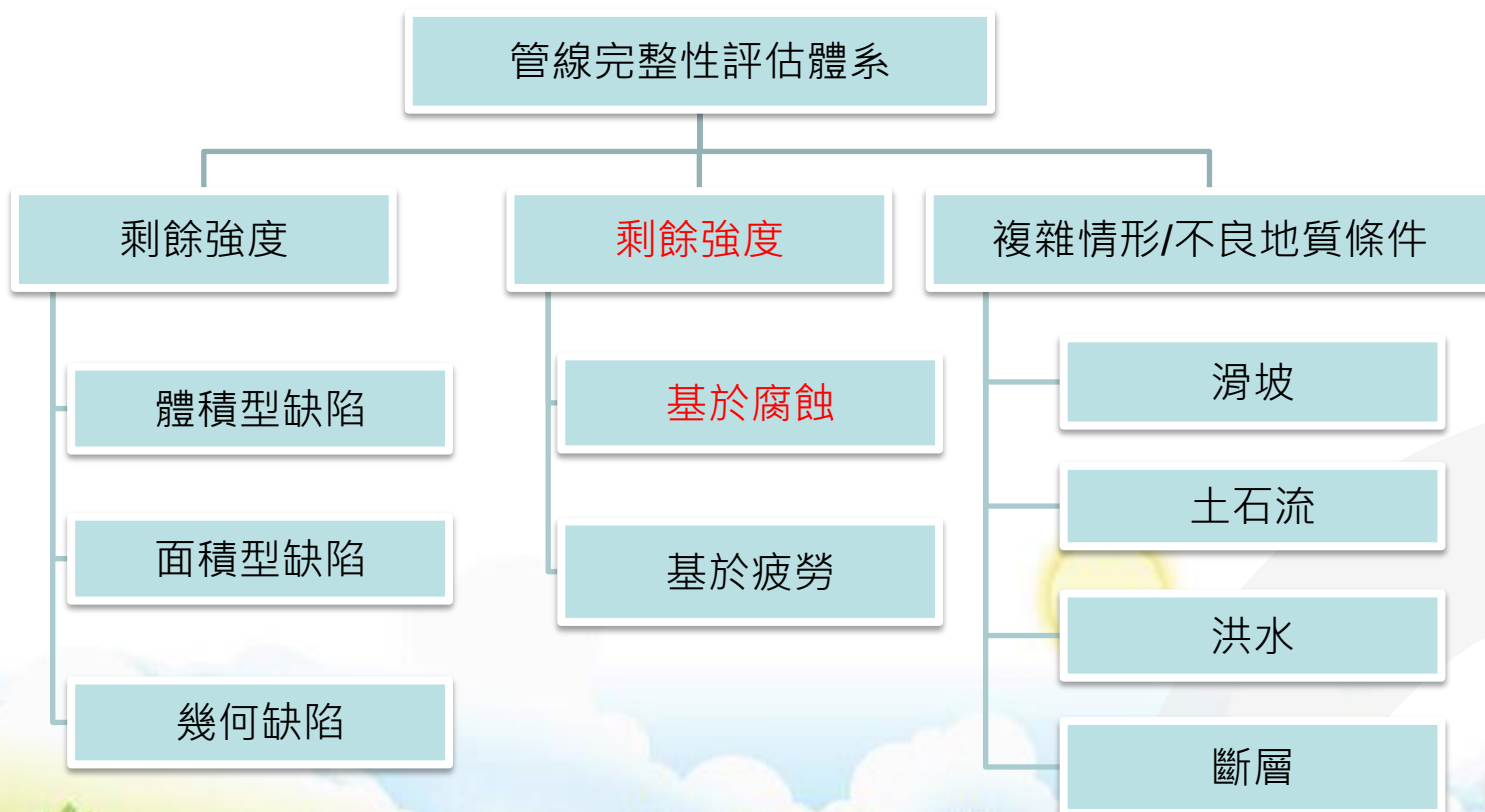
管線剩餘強度評估所需數據

管地電位

管線實際狀況

剩餘強度評估

- 剩餘強度評估的重要性
 - 管線安全承壓、延長壽命依據



評估方法

- 評估標準
 - ASME B31G方法
 - DNV RP F101方法



ASME B31G方法

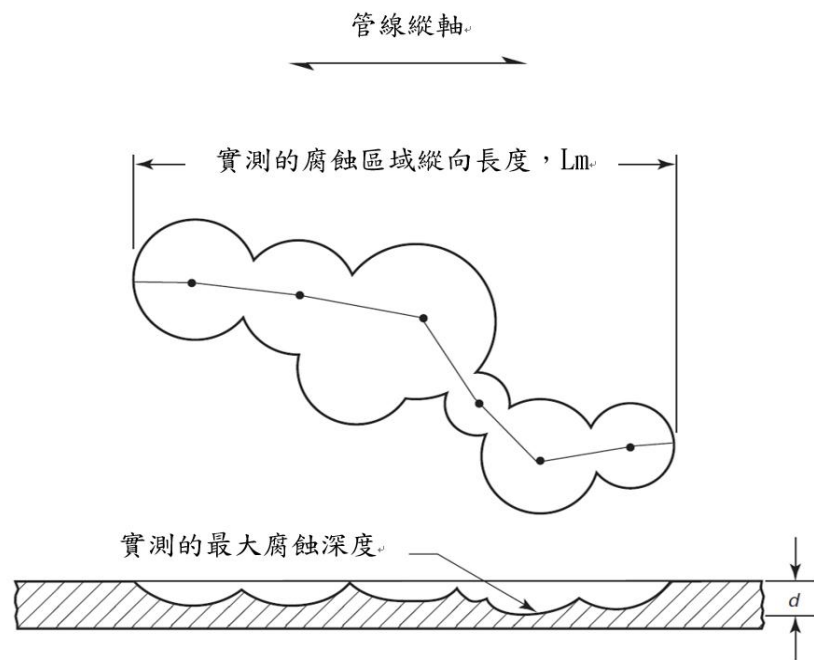
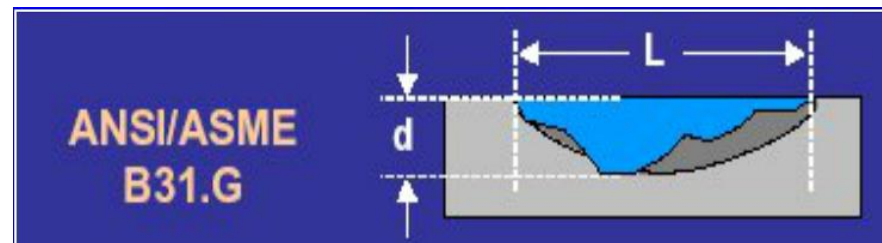
- 起源於60年代後期，NG-18方程式
- 1984年，正式發佈
- 1991年，進行了一些修改
- 2009年，新版
 - 提出了分級概念：四級評估

ASME B31G

零級評估

- 步驟：

- 根據記錄或直接測量管線直徑和壁厚；
- 通過記錄確定管材屬性；
- 清理腐蝕表面至露出金屬，清理帶壓管線時需要多加小心；
- 測量腐蝕區域的最大深度 d 和沿軸向的長度 L ；
- 查表；
- 如果腐蝕區長度 L 不超過表中所給的值，即為可行。



ASME B31G

- 一級評估

- 由管線工程師、腐蝕技術人員、塗層檢驗員或其他受過相關培訓的人員進行操作。

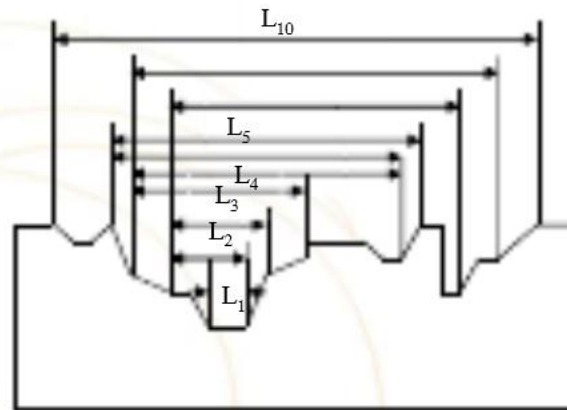
- 按下式

$$p = \frac{2}{D} \frac{t}{\sigma_{flow}} \frac{1 - 0.85 \frac{d}{t}}{1 - 0.85 \frac{d}{t} \frac{1}{M}}$$
$$\sigma_{flow} = 1.1 \text{ SMYS}$$
$$M = \sqrt{1 + \frac{2.51(L/2)^2}{Dt} - \frac{0.054(L/2)^4}{(Dt)^2}} \quad (L^2/Dt < 50)$$
$$M = 0.032 \frac{L^2}{Dt} + 3.3 \quad (L^2/Dt > 50)$$

ASME B31G

- 二級評估
- 使用有效面積法
 - 對一系列連續腐蝕缺陷的每一個梯形截面計算出相關段的失效壓力，把最小的失效壓力作為管子的失效壓力。
 - 需要細緻的測量，工作量大

$$p = \frac{2 t \sigma_{flow}}{D} \frac{1 - \frac{A}{A_0}}{1 - \frac{A}{A_0} \frac{1}{M}}$$



三級評估

- 如以上三個等級的評估都沒有通過，或需要考慮更複雜情況時，應考慮進入三級評估；
- 採用更加詳細的有限元素分析方法；
- 考慮多種因素，包括：載荷、外力、邊界條件、約束、變形、材料的應力-應變曲線等



ASME B31G

- 分級評估：評估結果由保守到精確。
- 缺陷面積：
 - 一級評估缺陷面積定義為 $0.85dL$ ，該值介於矩形面積和拋物形面積之間，降低了原兩版的保守性；
 - 二級評估中採用有效面積法，實際詳細測量管線腐蝕面積，更貼近實際的腐蝕情況，結果更精確。
- 長、短缺陷臨界值：
 - 鑒於原B31G的保守性，將長、短缺陷的臨界值 z 上調到50。
- 鼓脹係數 M ：
 - 根據長、短缺陷的不同情況分別定義了 M 的運算式。

國內常用腐蝕之檢查評估標準

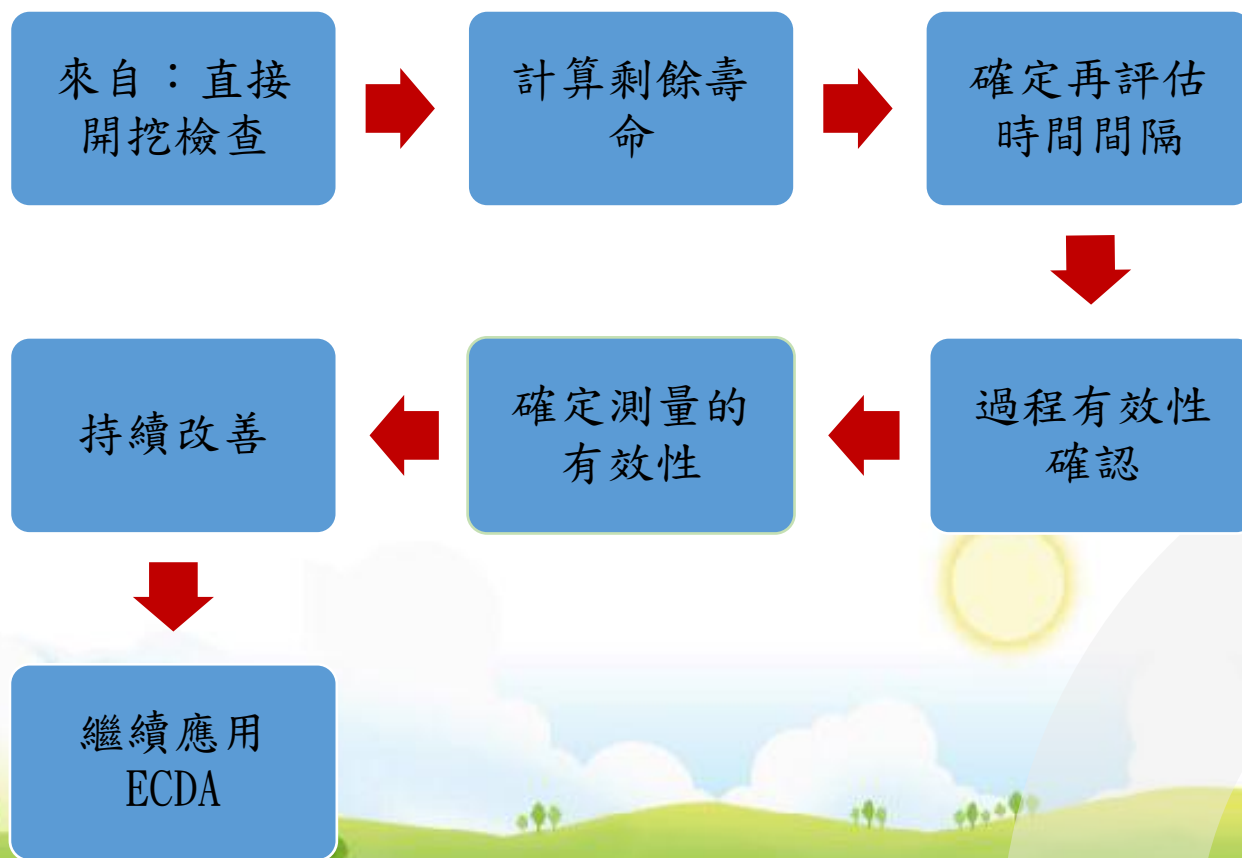
- 檢查結果評估
- 管線經檢查後殘存厚度如不低於設計厚度 $0.8t$ 以上時為合格。
- 管線如有下表腐蝕情況，應予焊補或使用高分子玻璃纖維複合材料塗覆腐蝕處，並依其嚴重性酌予縮短檢查年限。

缺陷種類	處理辦法
槽蝕	1. 深度超過 $0.2t$ 且長度大於 $0.2D$ 需焊補，或高分子玻璃纖維複合材料塗覆。 2. 深度超過 $0.5t$ 長度大於 $0.5D$ 需切管焊接新管。
裂紋	不允許任何裂紋存在，深度小於 $0.2t$ 者可以磨除，超過者需焊補。
凹痕	凹痕深度不可超過 $0.12D$ ，超過者需切管焊接新管。
均勻腐蝕	1. 腐蝕平均厚度減少 $0.2t$ 且長度大於 $0.2D$ 需焊補或高分子玻璃纖維複合材料塗覆。 2. 腐蝕平均厚度減少 $0.5t$ 縱向長度大於 $0.5D$ 需切管焊接新管。
點蝕	高分子玻璃纖維複合材料塗覆或點蝕深度超過 $0.5t$ 者長度大於 $0.5D$ 需切管焊接新管。

- 註： t 為管線公稱厚度， D 為管線公稱直徑。
- 殘存厚度如低於設計厚度但未小於退休厚度仍可接受，但須縮短檢查年限並追蹤之。

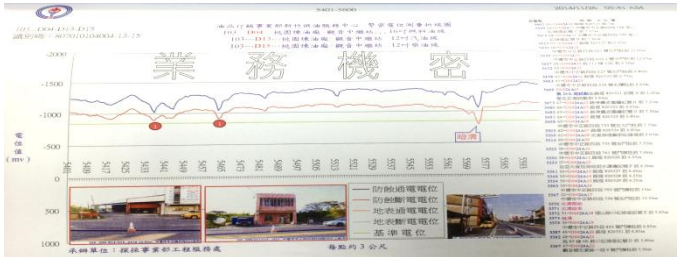
後評估

- 後評估步驟的目的是明確再評估時間間隔和評估 ECDA 方法的整體有效性



石油管線抽測與檢測-緊密電位、管線包覆電磁檢測

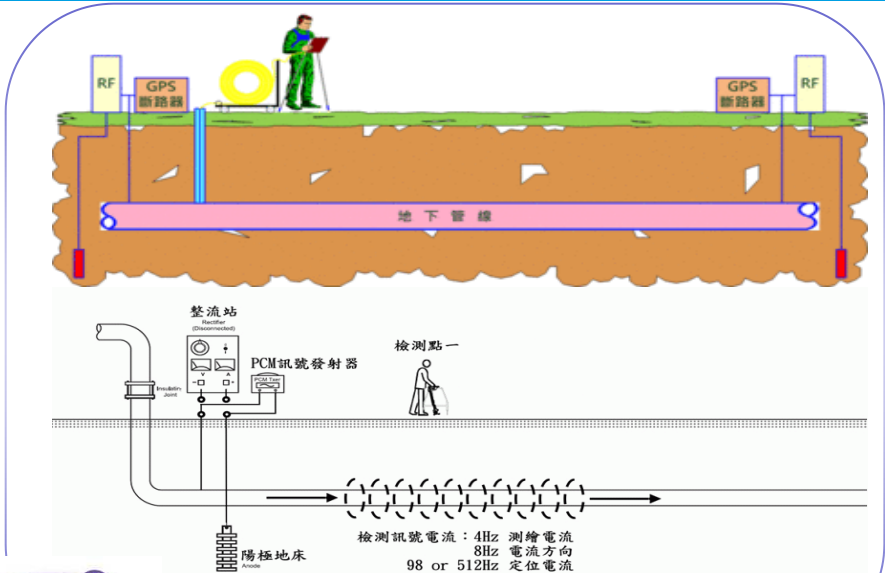
通訊編號 位置編號	管線名稱/類別碼	電位異常地段及狀況	通訊性質	相關位置相片
		區段：D04-D13-D15...共管溝		
		量測點：5463 點		
		編號：D042423		
	新竹供油服務中心	如附件五：新線圖第 28 頁。		
	桃園供油處-觀音中壢站			
103A013	10吋燃氣油	地點：中壢市中正路四段 639 號右邊柱		
103A013	12吋汽油	前 9.65m。		
103A013	12吋汽油	異常情形：電位突降。		
103A013	12吋汽油	建議改善：現場並無特殊異常地形，建議開挖檢查。		
代號：103...	D04-D13-D15			



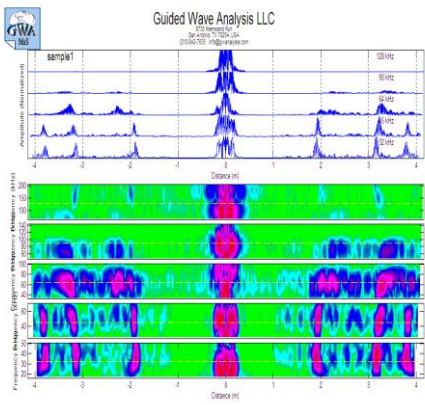
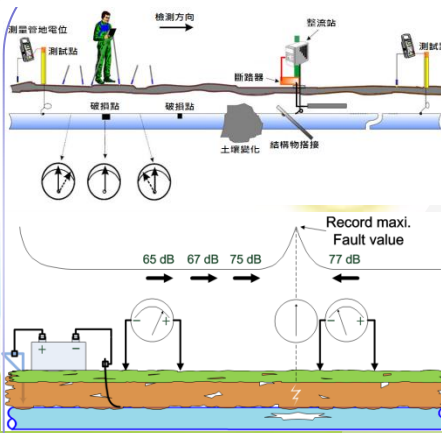
查核資料確認與選點



開挖驗證與複測



CIPS/PCM抽測與檢測



其他檢測技術測試驗證

國際相關法規及標準

法規/標準	美國運輸部(US DOT)		相關之工業法規
	49 CFR 192	49 CFR 195	
名稱	天然氣及其他氣體之管線輸送: 最基本之聯邦安全標準	危險液體的管線輸送	
總則	A—總則	A—總則 B—年度, 事故, 及安全相關的報告	
設計	B—材料 C—管的設計 D—管線零組件設計 E—管線間鋼材的焊接 F—焊接外之接頭的材料	C—設計要求	ASME B31.4(液)、ASME B31.8(氣)、 API 5L、API Std. 1104、 MSS SP-75 ASTM...
建造	G—傳輸管線及主線之營建要求 H—(區域管線) 略	D—營建	ASME B31.4(液)、ASME B31.8(氣)
腐蝕	I—腐蝕控制要求	H—腐蝕控制	ASME B31.4(液)、ASME B31.8(氣)、NACE 35100、NACE RP0102、NACE SP0169、 NACE SP0204、NACE SP0502
測試, 操作及維護	J—測試要求 K—(區域管線) 略 L—操作 M—維護 N—管線操作人員的資格	E—壓力測試 F—操作及維護 G—管線操作人員的資格	ASME B31.4(液)、ASME B31.8(氣)、 API Std. 570、API Std. 653、 API RP 1110、API 1130、API 1168、 API RP 1165、API Std. 1163、API 1162 API 1166、BS PD 8010-3、NFPA 30
管線完整性管理	O—氣態傳輸管線完整性管理 P—氣態區域管線完整性管理	195.450 高影響區域 195.452 管線完整性整理	ASME B31.8S (氣)、API 1160 (液)、ASME B31G、API RP 579、 API Std. 1161、API Std. 1162、NACE SP0113、CSA Z2662 Annex N