

# CNS 15993-1 「石油、石化及天然氣業 - 地下管線陰極保護系統 - 第1部：陸上地下管線」說明會



經濟部

經濟部標準檢驗局



中華民國防蝕工程學會

台北場：中華民國106年10月23日

高雄場：中華民國106年10月24日

1 / 25

## 緣起

- 陰極保護技術應用於地下管線的腐蝕防護已有200年的歷史，國際上最早針對碳鋼與鑄鐵的陰極防蝕標準是由美國腐蝕工程師協會(NACE International)於1969年制定(NACE RP0169)，之後歷經8次修訂，最新版本於2013年公佈；國際標準ISO亦於2003年制定地下管線的陰極保護標準ISO 15589-1(第一版)，且於2015年3月完成第二版的修訂。
- 反觀國內地下管線之陰極防蝕標準，自1970年代應用以來並無相關的國家標準(CNS)可供參考，管線業者多自行引用國外標準或參考檢測廠商的執行經驗作為地下管線陰極保護效果的判斷；但因管線埋設的環境不同，檢測的經驗與斷章取義的國外標準引用均不易確保地下管線儲運的安全。

2 / 25

## 緣起

- 因此，經濟部標準檢驗局於105年補助中華民國防蝕工程學會依據國際標準ISO 15589-1: 2015及國內產製與使用現況編擬國家標準草案，該草案由標準檢驗局依國家標準制定程序，由產官學研各界審定完成，經濟部於106年9月27日公布為CNS 15993-1「石油、石化及天然氣業 - 地下管線陰極保護系統 - 第1部：陸上地下管線」國家標準，可符合我國管線業者的需求及與國際接軌，供各界參考引用。

3 / 25

## 計畫內容及實施方法

- 由中華民國防蝕工程學會陰極防蝕技術委員會依據「國家標準草案先期審查會議作業程序」，邀請產、學、研相關陰極防蝕專業人士及國家標準技術委員參與編輯與審查作業，並由羅俊雄博士擔任計畫主持人。
- 其中，國家標準技術委員會委員11人，報請國家標準檢驗局同意，組成國家標準草案先期審查會。
- 草案的內容為依據ISO 15589-1: 2015，Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Cathodic protection of pipeline systems - Part 1: On-land pipeline的內容與架構進行編擬。
- 106年7月17日與106年8月9日經濟部標準檢驗局召開非鐵金屬冶煉國家標準技術委員會106年第7次至第9次會議審查此草案。
- 106年9月27日公布為CNS 15993-1「石油、石化及天然氣業 - 地下管線陰極保護系統 - 第1部：陸上地下管線」國家標準。

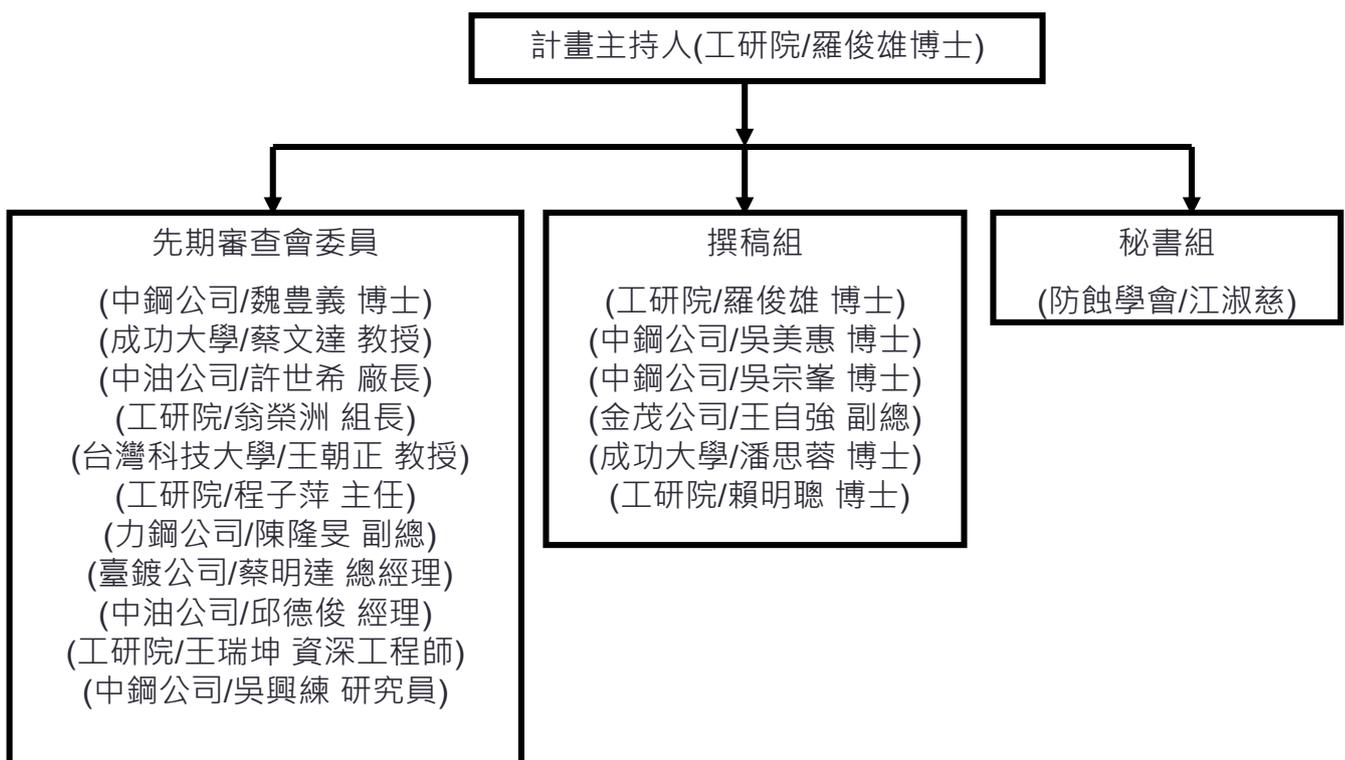
4 / 25

# 執行步驟

- 先由工作小組人員撰寫國家標準草案之建議稿，再由國家標準草案先期審查會委員針對建議稿的內容、爭議事項等進行討論；之後，工作小組人員依會議決議事項進行校稿與修正。
- 工作小組草案制定會議召開15次，先期審查會議召開16次，標準檢驗局召開審查會議3場。

5/25

# 編輯與先期審查人員組織



6/25

# 陰極防蝕保護標準

- NACE SP0169- 2013
- ISO 15589- 1- 2015
- EN 12954: 2001
- AS 2832.1- 2004 (Australia Standard)
- OCC-1- 2005 (Canadian CP standard)

7/25

## 前言

- 本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。
- 依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。
- 本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。
- 本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

8/25

# 適用範圍

- 本標準適用於石油、石化和天然氣業以及供氣工業之陸上管線陰極保護系統於安裝前的調查、設計、材料、設備、安裝、試運轉、操作、檢查和維護的要求與建議。
- 本標準也適用於其他業別的陸上管線以及輸運內容物如工業氣體、水或漿體的陸上管線系統。
- 本標準適用於地下管線、受陸上陰極保護系統保護之離岸管線的著陸段、以及橫越河流或湖泊之陸上管線的浸漬段。
- 本標準適用於碳鋼、不銹鋼、鑄鐵、鍍鋅鋼或銅質管線陰極保護的要求，不適用於鋼筋混凝土管。如使用其他材質管線，由管線業者(pipeline operator)自行負責且定義之。
- 備考：在某些情況下，陰極保護會無效或僅部分有效，這些情況包括遮蔽(例：剝離的塗層、絕緣熱縮套、岩層等遮蔽)，以及介質中含有異常的污染物。

9 / 25

## CNS 15993-1 vs. ISO 15589-1

- Q：“管線業者(pipeline operator)一詞，是為管線所有者亦或是管線操作者”？  
Ans：管線業者(pipeline operator)的認定依現行相關法規規定之。
- 3.17 IR降(IR drop)：為一電壓值(V)，即陰極保護迴路之總電流(I)與電流流經路徑(主要是介質和管線)電阻(R)的乘積。  
說明：瞬間OFF電位與ON電位的差值為IR降，且退極化時會有電位的衰減，故使用電位降恐會造成兩者間的混淆。
- 3.20 絕緣火花放電器(isolating spark gap, ISG)：備考2. 鋅地電池在國內仍被使用，參照參考資料<sup>[2]</sup>。  
說明：鋅地電池不在ISO 15589-1標準內，但因國情不同，ISG雖大量使用於歐洲地區，國內仍有大量鋅地電池被使用中。
- 3.25 管對介質電位(pipe-to-electrolyte potential)：備考：參考電極例：銅/硫酸銅電極(Cu/CuSO<sub>4</sub>)、銀/氯化銀電極(Ag/AgCl)、鋅電極(Zn)等。  
說明：該備考不在ISO 15589-1標準內，但增加參考電極種類，用以回應原文。

10 / 25

# CNS 15993-1 vs. ISO 15589-1

- 原3.32 剛性夾克塗層(rock jacket coating)：提供管線機械性保護以及具有可彎曲有撓性的塗層。  
說明：涉及專利產品，ISO 15589-1全文中僅被使用2次，CNS中刪除。
- 7.4 雷擊和過電壓保護：備考：如選擇適當的絕緣火花放電器，在50/60 Hz的條件下，典型陰極保護應使用以下參數。  
說明：該備考於ISO 15589-1內僅敘述“在50 Hz的條件下”，但台灣的電力系統頻率為60 Hz，查證廠商技術資料，其亦有60 Hz的產品檢驗，故修正為“在50/60 Hz的條件下”。
- 8.7.2 平行管線：備考3.遇有雜散電流干擾問題，由當事者間協議之。  
說明：於ISO 15589-1內無該備考，但CNS中增加此項。
- 9.3.3 淺井地床：淺井地床陽極必須水平或垂直安裝。在這2種情況下，導電填充料的頂端必須離地面下方至少0.8 m；如適用的話，至少在永久凍土層下方。  
說明：此規範可能用於台商在國外之工程或考量未來是否有此環境，故予以保留“永久凍土層”之敘述。

11 / 25

## NACE SP0169於2013年版 之陰極保護標準

1. 在陰極保護下，利用飽和硫酸銅參考電極量測到的電位至少為-850mV；且IR電壓降的影響必須納入考慮以獲得正確的電位量測。

其中IR電壓降應考慮與注意的事項如下：

- 量測或計算電壓降。
- 評估陰極防蝕系統過去執行的效果。
- 評估管線的物理與導電特性以及其所在環境之影響。
- 判斷是否有腐蝕的現象。

12 / 25

# NACE SP0169於2013年版 之陰極保護標準

2. 對飽和硫酸銅參考電極而言，瞬間斷電的電位(極化電位)至少須為-850mV；即在斷電的情況下，結構物的電位必須小於-850mV。
3. 結構物施行陰極防蝕措施後將其斷電，量測斷電瞬間的電位，其電位須比原腐蝕電位(陰極極化量)更負100mV以上，即極化量需大於100 mV。
4. 其他方法：只要證實可達到腐蝕控制，其他替代方法亦可採用。

13 / 25

## CNS 15993-1之陰極保護標準

石油、石化及天然氣業 - 地下管線陰極保護系統 - 第1部：陸上地下管線

### 6. 陰極保護標準

#### 6.1 一般原則

- 碳鋼和鑄鐵的保護電位( $E_p$ )為腐蝕速率小於0.01 mm/yr的管對介質電位。陰極保護的標準如公式(1)所示。

$$E_{IRfree} \leq E_p \quad (1)$$

式中， $E_p$ ：保護電位標準

$E_{IRfree}$ ：金屬與介質界面的電位，即在腐蝕環境中沒有IR降的電位(無IR降電位，通常又稱為“極化電位”)

- 無IR降電位( $E_{IRfree}$ )不應負於(shall not be more negative than)極限臨界電位( $E_l$ )，陰極保護的標準如公式(2)所示。

$$E_l \leq E_{IRfree} \leq E_p \quad (2)$$

14 / 25

# CNS 15993-1之陰極保護標準

## 6.2 保護電位

- 無IR降電位( $E_{IRfree}$ )標準應符合(shall meet)公式(1)之要求，如可能，亦應滿足公式(2)。表1列出在不同的環境中不同金屬的腐蝕電位( $E_{corr}$ )、保護電位( $E_p$ )及極限臨界電位( $E_l$ )。
- P.15,表1,常用金屬材料在土壤和水(海水除外)中的腐蝕電位、保護電位及極限臨界電位(電位值相對於銅/硫酸銅參考電極)
- 所選擇的金屬對介質的電位應使金屬的腐蝕速率低於 0.01mm/yr (0.39 mils/yr), (NACE= 1 mils/yr, 0.00254 mm/yr)
- 極化電位(保護電位)值需比-850 mV (CSE)更負
- 缺氧土壤或硫酸鹽還原菌 (SRB)存在時，極化電位需比-950 mV (CSE)更負
- 極限臨界電位(極化電位的最負值)不宜(should not be)負於 -1200 mV (CSE)

15 / 25

# CNS 15993-1之陰極保護標準

- 在高電阻率的土壤中，極化電位(保護電位)值
  - 750 mV (CSE) for  $100 < \rho < 1,000 \Omega\text{-m}$
  - 650 mV (CSE) for  $\rho > 1,000 \Omega\text{-m}$

## 6.3 替代方法

- 6.3.1 100 mV極化量偏移

注意事項：

在操作溫度高於 40 oC、SRB(硫酸鹽還原菌)、干擾電流、平衡電流、大地電流、或有外部應力腐蝕破裂疑慮的環境，**必須避免使用(shall be avoided)** 100 mV極化量作為判斷標準。此外，極化量偏移法亦**不應使用(shall not)**於異種金屬管線連接或異種金屬構件之處。

- 6.3.2 其他方法

只要證實可達到腐蝕控制，其他替代方法亦可採用(may be used)。

16 / 25

# CNS 15993-1 之陰極保護標準

## 6.4 交流干擾時的標準

- 當位置有交流干擾之可能時，應量測交流電壓及/或交流電流密度，評估交流電影響的程度。
- 當管線上有交流電壓存在時，表1的陰極保護標準可能無法提供交流腐蝕下的完全保護，但此時仍應依表1之規定。
- 無IR降電位( $E_{IRfree}$ )應符合公式(1)。
- 交流腐蝕傾向的指導綱要及定義的標準參照EN 15280<sup>[6]</sup>。

## 13.3 檢查週期- 表9.例行性量測與檢查的最低週期

項目	工作內容	週期	
		CNS 15993-1	ISO 15889-1
外加電流系統	目視檢查變壓整流器及輸出電壓與電流的數值	1個月~3個月	1個月~3個月
外加電流系統	外加電流系統的功能完整性測試(例:變壓整流器組件、長效型參考電極、地床電阻、接地系統、儀器控制),以及輸出電壓與電流量測	3個月	1年~3年
單向排流站	目視檢查單向排流裝置及功能確認	1個月	1個月
單向排流站	單向排流站的功能完整性測試(例:長效型參考電極、二極體與其保護裝置、電阻設定、儀器控制),以及負極排流點的電位與電流量測	1年~3年	1年~3年
與其他結構物連接(電阻性或直接跨接)	電流流向量測	1年	1年
與其他結構物連接(電阻性或直接跨接)	裝置的功能完整性測試、電流流向(大小與方向)與電位量測	1年~3年	1年~3年
陰極保護或降低腐蝕系統之接地裝置	接地裝置的功能完整性測試、地床電阻確認、如果設有降低腐蝕的系統(例:降低雜散電流干擾),必須確認其電流流向	1年~3年	1年~3年
長效型參考電極	與參考電極進行比較,該參考電極的準確度可追溯至比對用參考電極	1年~6年 <sup>(b)</sup>	1年~6年 <sup>(b)</sup>
全部測試站 (選定測試站)	通電電位( $E_{ON}$ )量測	6個月	1年
全部測試站	斷電電位( $E_{OFF}$ )量測 <sup>(a)</sup>	3年	3年
犧牲陽極系統	目視檢查犧牲陽極系統與量測管對介質電位	6個月	1年
犧牲陽極系統	犧牲陽極系統的功能完整性測試(例:電阻設定、跨接的有效性與管對介質電位量測)	3年	3年

註<sup>(a)</sup> 斷電電位( $E_{OFF}$ )量測位置受雜散電流干擾時,可使用經證實且準確的有效量測技術替代。  
 註<sup>(b)</sup> 長效型參考電極的性能與重複性取決於其種類與量測頻率。因此,檢測週期可在1年至6年之間。

# 陰極保護專業人員資格

- 執行陰極保護系統之設計、安裝監督、試運轉、操作監督、量測、監測及維護監督等人員，應具備與上述職務相當之專業資格。

- EN 15257或NACE陰極保護訓練及認證課程皆制定了用於評估和認證陰極保護人員專業資格的適當方法。

- 陰極保護人員之專業資格依不同的工作性質，宜具有EN 15257、NACE陰極保護訓練及認證課程或任何其他同等方案之認證。

(目前NACE提供CP1-CP4訓練課程與認證；EN 15257無認證事宜；國內正推動TAF認證)

19 / 25

# NACE陰極保護專業人員認證

- CP1：陰極保護檢測員 – 初級  
現場數據量測、紀錄，確認量測設備與簡易報告撰寫。
- CP2：陰極保護技術員 – 中級  
選擇檢測、量測的方法與技術，進行較複雜之現場檢測。
- CP3：陰極保護技師 – 中高級  
檢測數據分析、結果評估與現場問題解決(troubleshooting)
- CP4：陰極保護專家 – 高級  
陰極保護系統的設計、安裝與維護。

CP2-CP4需通過工作經驗的資格審核並提交3封CP推薦函，在資格與考試均通過後方能獲得證書。

20 / 25

# EN 15257:2006

- 針對四種不同的防蝕領域分別授證
  - 陸上金屬結構物、
  - 海洋金屬結構物、
  - 鋼筋混凝土結構物及
  - 金屬結構物內部有介質存在之構造物內表面。
- 驗證機構不需要涵蓋所有防蝕領域及等級的授證。
- 授證機構需依據ISO/IEC 17024之人員授證架構執行，並受驗證機構的控制。
- EN 15257授證的等級分三級，Level 1, Level 2, Level 3。
- 目前NACE有提供CP1-CP4的訓練課程與認證；但EN 15257無。

21 / 25

# ISO 15257:2017

- ISO 15257:2017 defines five levels of competence for persons working in the field of cathodic protection (CP), including survey, design, installation, testing, maintenance and advancing the science of cathodic protection. It specifies a framework for establishing these competence levels and their minimum requirements.
- Competence levels apply to each of the following application sectors:
  - on-land metallic structures;
  - marine metallic structures;
  - reinforced concrete structures;
  - inner surfaces of metallic structures containing an electrolyte.
- ISO 15257:2017 specifies the requirements to be used for establishing a certification scheme as defined in ISO/IEC 17024. It is not mandatory to apply all of the levels and/or application sectors.

22 / 25

# ISO 15257:2017

## Levels of competence (資格)

4.2 Level 1, cathodic protection data collector (or tester)

4.3 Level 2, cathodic protection technician

4.4 Level 3, cathodic protection senior technician

4.5 Level 4, cathodic protection specialist

4.6 Level 5, **cathodic protection expert**

In addition to the competencies for Level 4 persons, **Level 5 CP persons** shall have advanced the state of the art of **CP by scientific work and peer-reviewed publications and** shall have made a marked and **original contribution to the science or practice of corrosion control by CP.**

23 / 20

# CNS 15993-1

石油、石化及天然氣業 - 地下管線陰  
極保護系統 -  
第1部：陸上地下管線

24 / 25

# 大綱

- 第一章 適用範圍
  - 第二章 引用標準
  - 第三章 用語及定義
  - 第四章 符號及縮寫
  - 第五章 陰極保護專業人員資格
  - 第六章 陰極保護標準
  - 第七章 應用陰極保護的先期要求
  - 第八章 陰極保護設計的基本要求
  - 第九章 外加電流系統
  - 第十章 犧牲陽極系統
  - 第十一章 監測設施
  - 第十二章 試運轉
  - 第十三章 監測，檢查與維護
  - 第十四章 文件
- 附錄A(規定) 陰極保護量測  
附錄B(規定) 電力干擾  
附錄C(參考) 外加電流系統運行中的故障檢測  
附錄D(參考) 特別調查的說明  
附錄E(參考) 保護衰減  
附錄F(參考) 安裝之前的絕緣接頭電氣試驗

# 簡報完畢