

# 加油站地下儲油槽防止腐蝕技術規範手冊

執行單位：中國石油學會、財團法人工業技術研究院

中華民國 102 年 12 月 20 日

# 目 錄

前言.....	4
<b>1、總則.....</b>	<b>8</b>
1.1 目的.....	8
1.2 適用範圍 .....	8
1.3 名詞解釋 .....	8
1.4 相關參考文件.....	11
<b>2、腐蝕環境調查篇 .....</b>	<b>14</b>
2.1 土壤腐蝕性調查.....	14
2.2 地表電流干擾調查.....	16
<b>3、材料選用篇 .....</b>	<b>20</b>
3.1 鋼製儲槽 .....	20
3.2 鋼製聚乙烯(PE)複合槽.....	27
3.3 鋼製 FRP 複合式儲槽.....	31
3.4 鋼製 PU 合成槽.....	33
3.5 FRP 單層壁地下儲槽.....	34
3.6 FRP 雙層壁地下儲槽規範.....	35
3.7 鋼管.....	37
3.8 玻璃纖維強化塑膠管(FRP 管).....	38
3.9 同軸式聚乙烯(PE)可撓性軟管.....	41
<b>4、陰極防蝕保護篇 .....</b>	<b>47</b>
4.1 新建地下儲槽系統的陰極防蝕.....	47
4.2 既有地下儲槽系統的陰極防蝕.....	51
4.3 陰極防蝕準則.....	55
4.4 陰極防蝕設計.....	56
4.5 陰極防蝕系統的安裝.....	60
4.6 陰極防蝕運轉和維護.....	64
<b>5、雜散電流干擾防治篇.....</b>	<b>67</b>
5.1 雜散電流干擾的種類.....	67
5.2 雜散電流干擾的防護.....	68
5.3 共同排流系統.....	75

## 表 目 錄

表 1 土壤腐蝕性分級標準.....	14
表 2 一般地區土壤腐蝕性分級標準.....	14
表 3 管線及儲槽內介質腐蝕性分級標準.....	15
表 4 大氣腐蝕性分級標準.....	15
表 5 土壤細菌腐蝕評估指標.....	15
表 6 直流雜散電流干擾程度判斷指標.....	16
表 7 鋼質構件交流電干擾判斷指標.....	16
表 8 地下管線與交流接地體的安全距離.....	17
表 9 表面處理等級對照表.....	23
表 10 焦油類環氧樹脂塗料特性.....	24
表 11 維尼龍(Vinylon)布材質.....	25
表 12 儲槽防蝕包覆層塗膜厚度表.....	27
表 13 FRP 玻璃纖維強化塑膠管尺度及許可差.....	39
表 14 FRP 玻璃纖維強化塑膠管之抗外壓強度.....	40
表 15 電位測量相對於硫酸銅參考電極的轉換.....	56
表 16 直流雜散電流干擾程度判斷指標.....	74
表 17 直流排流保護效果評定指標.....	74
表 18 管線交流電干擾判斷指標.....	74
表 19 交流電排流保護效果評估指標.....	75
表 20 儲槽、管線與交流接地體的安全距離.....	75

## 圖目錄

圖 1 地下管線交流干擾電壓測試接線示意圖.....	18
圖 2 加油站地下儲槽各部名稱示意圖.....	20
圖 3 PE鋼製複合槽設計圖 .....	27
圖 4 卸油管及其各部元件設計圖.....	44
圖 5 第一階段油氣回收管及其各部元件設計圖.....	45
圖 6 第二階段油氣回收管線配置示意圖.....	45
圖 7 地下儲槽犧牲陽極保護法示意圖.....	47
圖 8 地下儲槽外加電流式陰極保護法示意圖.....	47
圖 9 避雷設施設計圖.....	71
圖 10 避雷設施接地電阻量測箱設計圖.....	72

## 前言

加油站地下油槽及管線腐蝕滲漏所造成的土壤及地下水問題，近年來日益受到重視，根據各級環保主管機關所進行的地下水潛在污染源調查，結果顯示，國內已有數十座加油站的土壤及地下水，因地下油槽或管線的腐蝕滲漏而發生污染，其中包括許多站齡不超過十年的加油站。一般而言，加油的地下油槽及管線的設計使用年限至少應有二十五年以上，而這些加油站之所以會提早發生腐蝕滲漏，主要原因為設計與施工不當所造成。為了協助加油站業者預防及避免，地下儲槽系統的腐蝕滲漏問題，實有必要建立一套完整的加油站地下儲槽防止腐蝕技術規範，以提供既有及新建加油站設計施工及維護時參考，來降低地下儲槽系統(含管線)的腐蝕或破損行為，延長加油站地下儲槽系統的使用壽命，進而避免發生腐蝕滲漏而造成土壤及地下水污染、甚至火災爆炸等工安事故。

本參考技術規範主要針對加油站地下油槽及管線，材料選用及防蝕技術應用外，亦提出一些加油站建造過程中所應注意，而常為國人所忽略的重要觀念，包括站址選擇設計前的調查、施工中安裝前後的檢查、以及營運過程中可能造成的腐蝕損害等，茲分述如下：

### 一、加油站址選擇前的調查

**土壤腐蝕：**加油站地下油槽及管線的使用安全及壽命，受地質水文條件的影響至巨，對一些地下水位較高相對腐蝕環境惡劣的地區，在設計時更須考慮到油槽的埋設安全及防蝕措施。

**雜散電流干擾：**隨著科學技術和城市化的發展，大運量的軌道交通在現代化大城市中越來越重要，而在軌道交通牽引供電系統中只要行軌兼做回流導體，雜散電流的產生是不可避免的。雜散電流的危害主要是它對埋在土壤中的金屬的電化學腐蝕，如果在走行軌附近埋有地下管線、電纜和任何其他金屬結構件時，一部分雜散電流就會從導電的金屬件上流過，雜散電流從金屬流出的地方將出現電解現象，這種電解現象使金屬發生腐蝕。在長期的電腐蝕作用下，地下金屬物體（如管線、儲槽等）將受到嚴重的損壞。因此在設計及建造前必須先調查清楚，須採取較為嚴格的標準。

### 二、油槽及管線之材料選用

目前國內尚無加油站地下儲槽系統國家標準，相關法規有能源局於 95 年 1 月 6 日經能字第 09404610480 號修訂公告之「加油站設置管理規則」及行政院環境保

護署於 95 年 7 月 4 日(95)環署土字第 0950051816 號令修正發布的「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」，不過二者都只有原則性的規定。至於國內的兩大石油公司各有各的設計及施工規範。至於私人加油站在實際施工時常須因地制宜，往往加油站業者及施工廠商對地下儲槽系統的基本設計不夠瞭解，常會產生一些不當的設計變更或錯誤的管線連通，對加油站的後續營運及使用安全產生極大的不良影響。此外行政院環境保護署 94.9.13 修正發布的「加油站油氣回收設施管理辦法」中，要求所有加油站都必須設置油氣回收設備，其中的第一階段油氣回收管線和第二階段油氣回收管線也都與加油站的地下儲槽系統密不可分，因此在加油站的地下油槽及管線設計時必須一併作整體性的考量，而非各自為政。

國內加油站地下油槽及管線早期以鋼製材質為主，隨著材料科技的進步及業者觀念的進步，非腐蝕性材質及雙層槽(管)、複合槽(管)的使用也日益普遍，目前國內常使用者包括鋼製油槽(管)、FRP 槽(管)、鋼製複合槽(管)以及 PE 管等四種。無論採用何種材質，都必須符合行政院環境保護署修正發布的「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」中的相關規定。如採用 FRP 或 PE 等材質的油槽或管線，最好能符合 API 1626 及 1627 的規範，或其他國家至少相同等級材質。此外由於國內刻正大力推廣酒精汽油及生質柴油，對於選擇地下儲槽及管線材質時其內壁與油品的相容性也應列入考慮。

### 三、陰極防蝕保護

有關加油站地下儲槽及管線材質及設備的相關規定，主要規範於「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」第六條中，其內容為：

地下儲槽系統之防止污染地下水體設施應符合下列規定：

- (一)儲槽加注口處應裝設具有防止濺溢功能之設施。
- (二)地下儲槽系統應依下列方法之一，採取防止腐蝕之措施：
  - 1.使用非腐蝕材料建造。
  - 2.使用鋼材建造者，應包覆適當之不導電物質或裝設陰極保護系統或加壓電流系統。
  - 3.使用二次阻隔層保護。
- (三)地下儲槽系統配置壓力式管線者，應設置管線自動監測設備，包括自動流量限制、自動關閉設備或連續警報設備。

(四)地下儲槽系統配置加油機者，應於加油機底部設置適當防止油品滲漏之設施。

(五)籌建、更新之地下儲槽系統，其管線應設置二次阻隔層。

以上的規定大部分都是防止腐蝕洩漏為考量，新的加油站可以採用非腐蝕性材質的地下油槽及管線外，但國內早期加油站地下油槽及管線仍以鋼製材質為主，新的加油站若考慮耐震度仍有部份會選擇鋼製油槽及管線，因此凡鋼製油槽及管線都必須採用適當的防腐蝕滲漏措施。目前最普遍使用的防腐蝕措施為「包覆以適當之不導電物質」，包括早期的包覆柏油麻布、防蝕膠帶，乃至於較新式的 PE 包覆、PU 包覆及複合槽、複合管等，本參考技術規範材料選用部份已詳加說明。

至於陰極防蝕部份，本規範將參考 API 1632 “Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems” ，NACE RP 0285

“ Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection” 及 UL 1746 “External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks” ，分別針對既有加油站及新設加油站陰極防蝕設計、安裝、運轉維護訂定基本的作法，提供地下儲槽系統外腐蝕控制最低要求的指南。

#### 四、電流的干擾與控制

一般而言，加油的地下油槽及管線的設計使用年限至少應有二十五年以上，而這些加油站之所以會提早發生腐蝕滲漏，其中一個重要原因為雜散電流腐蝕，流散於大地中的電流對管線產生的腐蝕，又稱雜散電流腐蝕，是一種外界因素引起的電化學腐蝕。管線腐蝕部位由外部電流的極性和大小決定，其作用類似電解。雜散電流從管線防腐層破損處流入，在另一破損處流出，在流出處形成陽極區而產生電解腐蝕。雜散電流源有電氣化鐵路、陰極保護設施、高壓輸電系統、靜電、雷電..等。交流電引起的腐蝕如在管線沿高壓輸電線敷設時，因電磁場在管線上感應，另外雷電及電力系統故障或漏電所造成的交流電，對人體和設備均有危害。直流雜散電流引起的腐蝕更嚴重，往往在很短時間就造成腐蝕穿孔。各種雜散電流有不同的干擾來源與特性，改善方式多樣，加油站不可能針對各種狀況單獨設立防止改善措施，因此本規範考慮各種改善方法，選擇以接地排流法作為雜散電流預防與防治的方法，期望能最大限度的綜合解決各種雜散電流的干擾。

由於權責分工不同，本參考技術規範的定位，在提供加油站地下儲槽防止腐蝕的參考，如有未納入本參考技術規範的產品或工法，還有待相關業者的包容與諒解。期望本參考技術規範的提出能拋磚引玉，讓主管國家標準的機構正視加油站設計防蝕的重要性，及早制訂出一套加油站設計及施工的國家標準。如此未來新、改建加油站的設計建造才能有所依循，也才能確保加油站地下油槽及管線的品質與安全，進而預防及避免地下儲槽系統的腐蝕滲漏，造成土壤、地下水污染的問題。

本參考技術規範自規劃架構、資料蒐集以及撰稿審稿過程中，承台灣中油股份有限公司油品行銷事業部工務室及工安環保室大力協助，特此致謝。



# 1、總則

## 1.1 目的

本參考技術規範的目的在提供加油站設計施工時之參考，以降低地下儲槽系統(含管線)的腐蝕，延長加油站地下儲槽系統的使用壽命，避免發生腐蝕滲漏而造成土壤及地下水污染、甚至火災爆炸等工安事故。

## 1.2 適用範圍

本規範適用於汽車加油站地下所設置之鋼製管線(以下簡稱管線)和鋼製儲槽(以下簡稱儲槽)的防蝕控制，對於新建、擴建和改建的輸送和儲存於常溫度的成品油管線和儲槽的外部腐蝕控制。

## 1.3 管線及儲槽腐蝕控制，除應符合本標準外，尚應符合國家現行有關的強制性法規、標準的規定。

## 1.4 名詞解釋

地下儲槽系統(UST)：係指地下儲槽及其相連接之管線系統，包括成品管線、泵浦、排氣管、卸收管或油氣回收管線及其他儲存或加油之相關設備。

儲槽：指貯存汽油、柴油之儲槽，其槽體總體積百分之十以上在地表下者。但有下列情形之一者，不在此限：(1)儲槽在地下室或隧道之地表上。(2)緊急溢流或滿溢收集之備用儲槽。

管線：指埋設於加油站地下之管線，包括：加油管線、卸油管線、通氣管、以及油氣回收管線等。

腐蝕環境：含有一種或多種造成腐蝕的因素之環境。

腐蝕速率：單位時間內對金屬的腐蝕量。

被覆層：為使金屬表面與周圍環境隔離，以達到抑制腐蝕的目的，被覆在金屬表面的保護層，被覆層按其絕緣與否可分為：絕緣被覆層(也稱防蝕絕緣層，簡稱防蝕層)和非絕緣被覆層(如鍍層)。

相容性：兩種物質維持於儲槽內之能力，當有另一油料混入儲槽時，其個別物理化學性質與原油料接觸彼此間作用及對材質之影響，以作為設計儲槽運轉壽命之依據。

雙層管線：管線為雙層外殼或壁，兩層間有空隙，若油料自內層滲漏，亦不致洩出管外而污染環境。

雙層儲槽：儲槽體為雙層外殼或壁，兩層間有空隙，若油料自內層滲漏，亦不致洩出槽外而污染環境。

玻璃纖維強化塑膠：玻璃纖維強化塑膠簡稱為 FRP，是運用兩種複合材料混合後，形成強度優良的材料，因屬特殊複合材質，不吸水、不易腐爛，故能在潮濕環境中保持一定的強度；另外使用的是熱硬性樹脂，具有高溫不軟化，低溫不脆化的優點，適合放置戶外。

可撓性接頭：管線接頭可容許管線移動而不會造成應力或物理損壞。

足閥：一種逆止閥，位於儲槽內部自吸式泵浦負壓吸油管線的最底端。

陰極防蝕：運用降低腐蝕電位而達到的電化學保護的方法。陰極防蝕通常有強制電流保護和犧牲陽極保護兩種方法。

犧牲陽極：在離子導電的介質中，與被保護體相連可以提供陰極防蝕電流的金屬電極。土壤環境中常使用的有鎂基犧牲陽極和鋅基犧牲陽極。

犧牲陽極法：利用連接犧牲陽極材料提供保護電流的方法。

強制電流法：利用外部電源提供保護電流的方法；也稱外加電流法。

直流電干擾：在大地中直流雜散電流作用下，引起地下金屬構造物腐蝕電位的變化，這種變化發生在陽極場叫陽極干擾，發生在陰極場叫陰極干擾。

交流電干擾：交流線路和設備使臨近的管線產生的電壓和電流的變化。按干擾時間的長短可分為暫態干擾、持續干擾和間歇干擾三種。

絕緣連接：為了切斷管線縱向電流而採取的管線連接方式。有絕緣法連接和絕緣接頭連接兩種。

跨接：為控制金屬構造物之間的電流轉換而設計的一種金屬型連接有干擾跨接、均壓跨接和連續型跨接三種。

整流器：外加電流式陰極保護系統中供應防蝕電流之設備。

陽極地床：外加電流式陰極保護系統中之陽極組成，陽極材料使用鈦管或高矽鑄鐵等，週圍填充回填碳砂(煤焦屑、鈣化石油焦屑、石墨等)，並設置排氣管以

排除陽極產生的氣體。施工以鉆井方式進行，採用淺埋式或深井式工法。

極化電位：金屬構造物/電解質介面的電位。它是防蝕電位和陰極極化之和。利用電化學方法將電流加於被保護的鋼鐵結構物上，以減緩鐵離子釋出，防止鋼鐵表面腐蝕的一種技術。即藉外加電流或犧牲陽極使鋼材變成陰極，鋼材的鐵離子就無法釋出而受到保護。

防蝕電位：在陰極保護下，金屬結構物於電解質中相對於參考電極的電位，亦稱為通電電位。

排流點：以電線連接至油槽或管線表面之接點。

排流線：連接油槽或管線排流點之電導線。

接線箱：裝置於油槽或管線外側地表，提供犧牲陽極導線與油槽或管線的排流線相連接，或提供整流器負極端子電線與油槽或管線排流線相連接的箱子。

電位測試站：裝於油槽或管線外側地表，提供油槽或管線之排流線與永久式參考電極導線安置的箱子，方便油槽或管線之電位量測使用。

緊急遮斷閥：為一特殊閥，在加油機基座之管線上，此閥在遇火災或被撞擊時會自動關閉。

不透水層：防止洩漏油料擴散移動的措施，此不透水層為外加物質於地下儲槽下方及其四週一部分，使一般油料移動速度為  $10^{-6}$  cm/s，使漏出物能被導引至監測點而即時查覺。

抗蝕性材質：具抵抗各種電化學腐蝕的材質。

試壓：在管線回填，正式導入油料前的測試管線工作，此階段以空氣或水測試地下管線及其閥件、接頭配件等之密封性。

安裝前測試：地下儲槽安裝前及導入油料前之測試工作。

二次阻隔層：此系統有雙層設計或不透水層並有足夠時間得以偵測及控制洩漏之措施，以防止油料漏出而污染環境。

虹吸管：兩個或多個地下儲槽間用以使各槽間可自動將油料液面調節使達平衡的管線。

儲槽密閉測試：於儲槽中注入氮氣，加壓至  $0.21\sim 0.35 \text{ kgf/cm}^2$  G 壓力，測量儲槽

1 小時內之壓力變化，一小時測漏結果壓力錶或電子式壓力計無壓降變化，且自動壓力記錄器所繪製之圓盤圖須閉合方為合格。

自吸式泵浦：在加油機泵島用於抽取油料之泵浦系統，其使管內至油槽間之壓力小於大氣壓（抽真空），使地下儲槽內之油料由管線流向泵島區。

沉油泵：位於地下油槽發油管線底部之加油用泵浦，用於泵送油料至加油機之泵浦系統，由於係沉浸於油料中，故稱為沉油泵。

油氣回收：在輸送或加油過程一種控制、圍堵及清除油氣之技術，主要分為二階段。

(1)第一階段(Stage I)油氣回收：油罐車卸油之油氣回收又稱為油罐車密閉式卸油，或通稱為第一階段油氣回收，係將油罐車與地下儲槽之卸油管與油氣回收管連接成一密閉之油氣回收管路，使地下油槽內的油氣能完全經由油氣回收口回收至油罐車內。

(2)第二階段(Stage II)油氣回收：汽、機車加油時之油氣回收通稱為第二階段油氣回收，係指汽、機車加油時，利用加油槍上的特殊裝置，將原本會由汽、機車油箱逸散至空氣中的油氣，經由加油槍、同軸皮管、油氣回收馬達、以及地下油氣回收管線將其回收至油槽內的裝置。

接地系統：油槽、管線及加油機與大地或可視為大地之某導電體間具有導電性之系統連接。

## 1.5 相關參考文件

1. 加油站設置管理規則。
2. 台灣電力公司屋內外線路裝置、電力電纜裝置規則、材料規範及營業規則。
3. 消防法及施行細則。
4. 台灣中油股份有限公司油品行銷事業部工安環保室「工安環保手冊」，2007。
5. CNS 13518，陰極防蝕用鎂合金犧牲陽極，中華民國，1995。
6. CNS 13519，陰極防蝕用鋅合金犧牲陽極，中華民國，1995。
7. CNS 13520，陰極防蝕用鋁合金犧牲陽極，中華民國，1995。
8. CNS 13521，陰極防蝕犧牲陽極性能檢驗法，中華民國，1995。
9. 汽車加油站製全熔接地下儲槽參考技術規範，中油公司工程標準，1997。
10. PE 包覆式油槽的安裝，中油公司工程標準，1999。

11. CNS 13025，玻璃纖維強化塑膠地下儲槽,中華民國，1992。
12. CNS 13026，玻璃纖維強化塑膠地下儲油槽檢驗法，中華民國，1992。
13. 汽車加油站鋼製全熔接地下儲油槽參考技術規範。
14. 30/40/55 公秉鋼製複合地下油槽規範，中油公司工程標準(Ps-33.0017)，2007。
15. 50 公秉 FRP 雙層壁地下儲油槽規範，台朔重工股份公司自動化處工程基準。
16. 30 公秉 FRP 雙層壁地下儲油槽規範，中油公司油品行銷事業部工程標準。
17. 有縫鋼管請購規範，中油公司工程標準，2000。
18. 有縫鋼管抽樣檢驗要點，中油公司工程標準，1999。
19. 加油站撓性地下油管規範，中油公司工程標準(PS-34.0006)，2010。
20. CNS 13454，玻璃纖維強化塑膠地下油管及配件，1994。
21. 加油站油管配設施工規範(CS-102-0005-0)，中油公司工程標準，2008。
22. 加油設備施工補充說明，中油公司工程標準，2003。
23. 加油站加油機與油氣回收相關施工說明，中油公司工程標準，2004。
24. 加油站油氣回收設備工程施工規範，中油公司工程標準，2004。
25. 加油機盛油盆聚乙烯酯 FRP 簡易施工法，中油公司工程標準，2004。
26. UL 58-2007，"Standard for Steel Underground Tanks for Flammable and Combustible Liquids"
27. UL 567-2010，"Pipe Connectors for Flammable and Combustible Liquids and LP Gas"
28. UL 971-2005，"UL Listed Non-Metal Pipe"
29. PEI/RP300，"Recommended Practices for Installation and Testing of Vapor Recovery Systems at Vehicle Fueling Sites"
30. API RP1615-2011，"Installation of Underground Petroleum Storage System"
31. API RP 1626 -1985, "Storing and Handling Ethanol and Gasoline-Ethanol Blends at Distribution Terminals and Service Stations"
32. API 2350-2005，"Overfill Protection for Petroleum Storage Tanks"
33. ASTM A524-2005, "Standard specification for Seamless Carbon Steel Pipe for Stmospheric and Lower Temperatures"
34. Fiberglass Primary Pipe and Secondary containment Pipe for Underground Fuel Installations, Smith Fiberglass Products Inc. Bulletin No. B2101, 1994.
35. Dulaoy 3000/L and Dualoy 3000/LCX: UL-Listed piping for underground fuel

- system construction and rehabilitation, Ameron International, Bulletin 9903.
36. API 1632-1996, "Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems"
  37. NACE RP 0169-2007, "Standard Recommended Practice: Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems"
  38. NACE RP 0285-2002, "Standard Recommended Practice: Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection"
  39. NACE TM 0101-2001, "Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Tank Systems"
  40. NACE TM 0497-2001, "Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems"
  41. NACE RP 0177-2007, "Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems"
  42. STI R051-2006, "Cathodic Protection Testing Procedures for sti-P3 USTs"
  43. STI R892-1991, "Recommended Practice for Corrosion Protection of Underground Piping Networks Associated with Liquid Storage and Dispensing Systems"
  44. STI-R-972-2010, "Recommended Practice for the Installation of Supplemental Anodes for STI-P3 USTs"
  45. UL 1746-2007, Standard for Safety, "External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks"
  46. GB 15599-2009 石油與石油設施雷電安全規範。
  47. GB 13348-2009 液體石油產品靜電安全規程。
  48. SY-T 0036-2000 埋地鋼質管道強制電流陰極保護設計規範。
  49. SY-T 0032-2000 埋地鋼質管道交流排流保護技術標準。
  50. SY-T 0017-2006 埋地鋼質管道直流排流保護技術標準。
  51. SY-T 0087-1995 鋼質管道及儲罐腐蝕與防護調查方法標準。
  52. GB 50156-2011 汽車加油加氣站設計與施工規範。
  53. CJJ 49-1992 地鐵雜散電流腐蝕防護技術規程。
  54. 電蝕·土壤腐蝕手冊，1978，日本電氣學會、日本電蝕防止研究委員會編。
  55. 金屬防蝕技術便覽，1957，日本學術振興會。

## 2、腐蝕環境調查篇

國內整體環境高溫潮濕且環境汙染嚴重，因此對於新建、擴建和改建的加油站都需要採取防腐蝕控制；除了腐蝕控制的考慮，管線和儲槽所處的物理環境因素和經濟性也須考慮。

- 1 管線和儲槽所處環境中介質的腐蝕性。
- 2 系統以外的雜散電流。
- 3.管線和儲槽的位置與其他的設備裝置的位置，是否處在斷層帶。
- 4 輸送和儲存介質的性質、工作溫度、溫差引起的金屬的膨脹和收縮，回填土產生的土壤應力及管線和儲槽的壓力。
- 5 管線和儲槽的位置與人口密度和人員往來的頻繁性。

### 2.1 環境腐蝕性調查

#### 2.1.1 管線和儲槽環境的腐蝕性等級的劃分

2.1.1.1 土壤腐蝕性的測定可採用極化法和試片失重法，按表 1 的規定劃分等級。

2.1.1.2.土壤腐蝕性的測定也可以採用土壤比電阻率，按表 2 的規定進行分級。

2.1.1.3 管線及儲槽內介質腐蝕性等級的劃分應符合表 3 的規定進行分級。

2.1.1.4 架空管線的防蝕層應按表 4 的規定選取合適的防蝕材料和結構。

2.1.1.5 在細菌腐蝕較強的地區，不應使用石油瀝青等易被植物根穿透和不耐細菌腐蝕的材料做防蝕層。含細菌土壤的腐蝕程度的判定，應依表 5 的規定執行。

表 1 土壤腐蝕性分級標準

指 標	等 級				
	極輕	較輕	輕	中	強
電流密度( $\mu A/cm^2$ ) (現場極化法)	<0.1	0.1~3	3~6	6~9	>9
指 標	等 級				
	極輕	較輕	輕	中	強
平均腐蝕速率 ( $g/dm^2 \cdot y$ ) (試片失重法)	<1	1~3	3~5	5~7	>7

表 2 一般地區土壤腐蝕性分級標準

等級	強	中	弱
土壤電阻率( $\Omega \cdot m$ )	<20	20~50	>50

表 3 管線及儲槽內介質腐蝕性分級標準

項目	等級			
	低	中	高	嚴重
平均腐蝕速 (mm/y)	<0.025	0.025~0.125	0.125~0.254	>0.254
點腐蝕速度 (mm/y)	<0.305	0.305~0.610	0.610~2.438	>2.438

注:以上兩項指標中的最嚴重的為準。

表 4 大氣腐蝕性分級標準

等級	弱	中	較強	強
第一年腐蝕速度( $\mu m/y$ )	1.28~25	25~51	51~83	>83

表 5 土壤細菌腐蝕評估指標

腐蝕級別	強	較強	中	小
氧化還原電位 (mV)	<100	100~200	200~400	>400

關於土壤腐蝕的問題，世界各國都極為重視，許多國家都先後制定了腐蝕性的分級標準。為瞭解管線所在位置土壤的腐蝕性，依據管線所在位置進行土壤採樣與化性分析，分析項目包括土壤的 pH 值、土壤中氯鹽與硫酸鹽含量，執行方法如下：

2.1.2 土壤中 pH 值測定：依環保署公告之「土壤中酸鹼值測定法」，NIEA S410.60T 檢測。一般土壤 pH 值介於 5~8 間僅發生均勻腐蝕，酸性較強的土壤(pH=4 以下)管線會發生孔蝕。在 pH=10 以上幾乎不發生腐蝕。或 ASTM G51。

2.1.3 土壤中氯鹽含量分析：依環保署公告之「水中陰離子檢測方法-離子層析法」，(NIEA W415.51B) 檢測。即將土水的比以 1:1 混合，攪拌 30 分鐘，靜置 24 小時，過濾；然後取定量之濾液，利用離子層析儀(IC)進行氯鹽濃度測定。或 ASTM



D512。

2.1.4 土壤中硫酸鹽含量分析：依環保署公告之「水中陰離子檢測方法-離子層析法」，(NIEA W415.51B) 檢測。即以土水比 1：5 之比例，將 100ml 之去離子水加入 20g 土樣中攪拌三十分鐘後，過濾之；然後取定量之濾液，利用離子層析儀(IC) 進行硫酸鹽濃度測定。計算方式：硫酸鹽含量(mg/kg, ppm) = 檢測濃度(mg/L)\* 稀釋倍數\*(0.1L/0.020kg)\*(1+含水量百分比組成)。

2.1.5 土壤比電阻：通常鋼鐵的腐蝕速度依法拉第法則與流出土壤的電流量成正比，而支配其電流量的重要因素除了電位差，最重要的是迴路電阻，而迴路電阻包含活性極化電阻、濃度極化電阻及土壤比電阻，其中土壤比電阻佔的比例最大。量測可利用維納(Wenner)四極法進行量測，量測深度為地下 1.5 公尺。腐蝕速率與土壤比電阻之關係以表 2 表示。

2.1.6 氧化還原電位：若土壤中含有有硫酸鹽類而且通氣性差，在此厭氧環境中最適合硫酸還原菌的生成。這種細菌腐蝕作用檢測的方法一般採用測量土壤氧化還原電位。氧化還原電位的測量方法是將白金電極插入土壤，再以飽和硫酸銅電極測量白金電極電位，並配合土壤 pH 校正，則可依  $E_{\text{redox}} = E + 0.316 + 0.059 \times (7 - \text{pH})$  求得土壤氧化還原電位。土壤氧化還原電位與細菌腐蝕作用之傾向可依照表 5 判斷。可參照 ASTM G200-09。

## 2.2 地表電流調查

2.2.1 雜散電流干擾：依國際腐蝕工程師協會(NACE)實務建議標準 RP 0169 的定義，雜散電流係指不沿原設計路線流通，而由其它路徑流通之電流。此電流可由水或土壤環境流入結構物，或相反方向流動。當雜散電流直接或經電解質流入地下結構物，並於結構物之某處直接或透過電解質再流回原路線時，將於地下結構物電流流出之處產生電化學腐蝕(簡稱電蝕)，導致結構鋼筋之腐蝕損耗，影響結構物之安全，並造成地下管線、儲槽之穿孔洩漏，污染環境甚或引發火災。因此，引發或加速地下結構物電蝕，乃雜散電流對周遭環境可能造成的最大問題。根據於土壤中流動的雜散電流，包括以下六種可能的來源：

2.2.1.1 陰極保護設施所產生的保護電流。

2.2.1.2 直流電化軌道交通系統附近(例如捷運、電鍍設備)的雜散電流。

2.2.1.3 外部結構物(例如鋼鐵/混凝土-混凝土/土壤)的電池電流。

2.2.1.4 高壓交流輸電系統漏電流或感應電流。

2.2.1.5 交流電化牽引系統(臺鐵、高鐵)所引發之洩漏電流與感應電流。

2.2.2.6 雷電、靜電

## 2.2.2 雜散電流干擾強度的判斷：

2.2.2.1 處於直流電氣化鐵路、陰極防蝕系統及其它直流干擾源附近的管線，其任意點上的電位較該點自然電位偏移 20mV 或管線臨近土壤中直流地電位梯度大於 0.5mV/m 時，可確定為該管線存在直流干擾。

2.2.2.2 可採用土壤電位梯度，按表 6 中所列的指標判斷直流電干擾腐蝕的程度。

2.2.2.3 當管線上任意點管地電位較該點自然電位正向偏移 100mV，或者該點管線臨近土壤直流地電位梯度大於 2.5mV 時應採取防護措施。

2.2.2.4 交流電對鋼質物件感應 AC 電壓干擾，可採用管線交流電干擾電位按表 7 中所列的指標進行判定。

2.2.2.5 交流電力系統的各种接地設備與地下管線之間的水平距離不應小於表 8 的規定。

表 6 直流雜散電流干擾程度判斷指標

雜散電流程度	小	中	大
土壤電位梯度	<0.5	0.5~5.0	>5.0

表 7 鋼質物件交流電干擾判斷指標

嚴重性程度(級別)		
弱	中	強
<5 V	5 V~10 V	>10 V

表 8 地下管線與交流接地體的安全距離

接地形式	電力等級(KV)			
	10	35	110	220
安全距離(m)				
臨時接地	0.5	1.0	3.0	5.0
鐵塔或電桿接地	1.0	3.0	5.0	10.0
電站變電所接地	5.0	10.0	15.0	30.0

2.2.3 直流電干擾的測量：由於雜散電流有動態(dynamic)與穩定態(static) 兩種；動態雜散電流的發生與時間因素有關(如有軌電車系統的運轉、休息時間)，而穩定態雜散電流的發生與時間因素無關(如由其他金屬結構物陰極保護系統所造成持續性的雜散電流)。因此對於動態雜散電流的測量，是採用長時間監測結構物的電位變化，通常是每秒讀取一次電位，連續記錄一段時間，當有雜散電流干擾調查對象時，結構物的電位會起明顯變化，且往往會有不規則的跳動。至於穩定態雜散電流的測量，則需將懷疑雜散電流來源的陰極防蝕系統利用開關方式，調查結構物的電位變化。此外，利用雙電極法(兩支硫酸銅參考電極相隔一段距離)量測地表電場強度變化，可用來代替量測結構物電位之影響狀況。當有雜散電流時，電流強度起變化，電場強度跟著起變化；若能同時量測多點，尚可做成電場強度之等位圖，藉以判斷雜散電流的方向。

2.2.4 交流電干擾測試：地下管線交流干擾測試主要是干擾電壓測試。

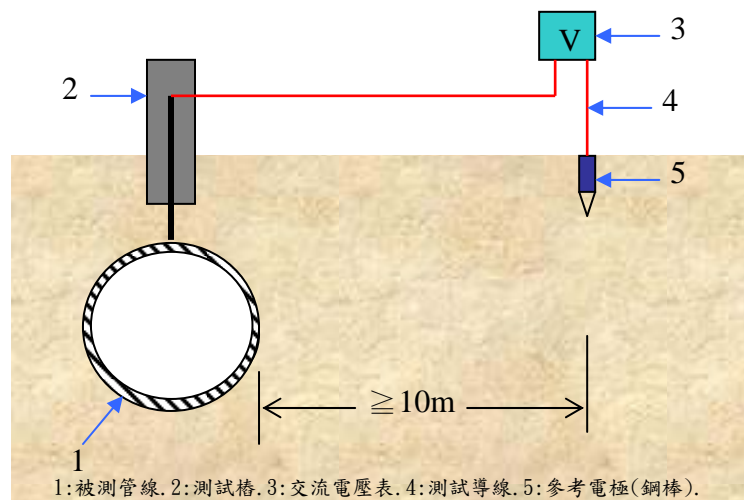


圖 1 地下管線交流干擾電壓測試接線示意圖

#### 2.2.4.1 基本規定

1. 測量儀表應具有防電磁干擾性能。
2. 測量儀表及測量導線應符合 NACE RP-0177 標準。
3. 參考電極可採用鋼棒電極、硫酸銅電極。採用鋼棒電極時，其鋼棒直徑不宜小於 16mm，插入土壤深度宜為 100 mm。
4. 參考電極應豎直佈置，與地下金屬地下管線之間的距離應大於 10m。
5. 參考電極設置處，地下不應有混凝土層、金屬及其它影響測試的物體。

6.土壤乾燥時，應澆水濕潤地面。

#### 2.2.4.2 地下管線交流干擾電壓測試：

1. 地下管線交流干擾電壓測試步驟應按圖 1 接好測試線路。
2. 直接記錄測試值。
3. 從已記取的各次測試數值中直接計算平均值、最大值、最小值。
4. 繪製出測試點的電壓-時間曲線圖。
5. 繪製出干擾管段的最大、最小、平均干擾電壓-距離曲線，即干擾電壓分布曲線圖。

### 3、材料選用篇

地下儲槽之材質是很重要的，所需考慮的因素包括：抗蝕性、與所貯存產品之化學相容性、結構強度、地基、泥土的侵蝕性。以往加油站大量使用碳鋼(Carbon Steel)儲槽；鋼槽之結構很強，不需太多的填料鞏固地基，同時可與多種石油產品相容。不過，碳鋼槽較易誘蝕，特別在高度腐蝕的土壤及地下水附近。大約有 50% 未經處理之碳鋼槽在安裝後 15 年便腐蝕滲漏。因此未加保護性處理的碳鋼不宜用來製造地下儲槽及油管。加油站儲槽種類包括鋼製全熔接槽、鋼製複合槽、鋼製合成槽、以及 FRP 槽等。這些貯存槽之設計及結構將在本章中討論。

#### 3.1 鋼製全熔接儲槽

##### 3.1.1 各部名稱

- 1.本體
- 2.端版
- 3.卸油口
- 4.吸油口
- 5.人孔
- 6.吊環
- 7.通氣口
- 8.量油口
- 9.名牌
- 10.胴體、端版、蓋版、法蘭、短管、熔接，支承、螺栓螺帽、吊環、墊片、噴塗漆、包覆等。

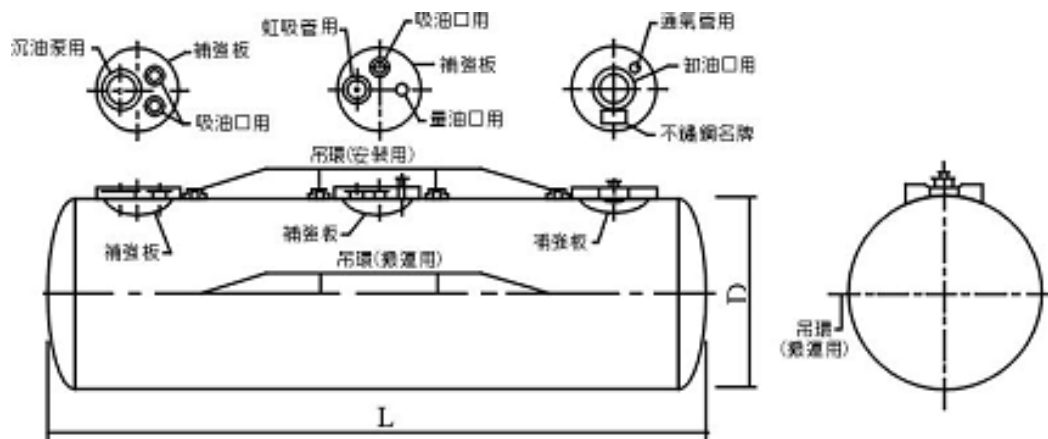


圖 2 加油站地下儲槽各部名稱示意圖

### 3.1.2 設計：鋼製全熔接儲槽的基本設計應參考下列：

1. 固定載重：儲槽本體、附屬配件及附屬品所產生之載重。
2. 腐蝕容許裕度：使用碳鋼或低合金鋼鋼板，設計厚度應加計腐蝕容許裕度 3mm 以上。
3. 吊環數量應均勻配置，以便搬運及固定。搬運時承受槽體重量應力求平均。
4. 儲槽基礎設計時需考慮地下水浮力，以免儲槽浮起。

### 3.1.3 材料

1. 本體、端板及蓋板用材料：CNS 2473 [一般結構用軋鋼料]。CNS 2947 [熔接結構用軋鋼料]。CNS 4269 [耐侯性熔接結構用熱軋鋼料]。CNS 4271 [壓力容器用鋼板]。
2. 凸緣(法蘭)：凸緣材質應符合 CNS 2673 之 SF40 及 CNS 790 之規定。
3. 短管：採用 Sch 40 鋼管，並符合 CNS 2056 之規定。
4. 熔接材料：CNS 1215、CNS 35069 之規定。；
5. 支承構造物用材料：CNS 2473、CNS 2947、 CNS 4269 之規定。
6. 螺栓螺帽：CNS 2473、CNS 3828 之規定。
7. 吊環：採用軋鋼製品須符合 CNS 2473 或 ASTM-A615，或其他國家至少相同等級材質之規定。
8. 墊片：採用高壓耐油防水墊片。
9. 鋼製全熔接槽噴(塗)漆：
  - (1) 油槽內部均勻噴塗符合 CNS 規定正字標誌耐油性底面漆各二道以上，每道計 3 Mils DFT。
  - (2) 油槽外部均勻噴(塗)符合 CNS 規定正字標誌耐油性底面漆各二道以上，合計 8 Mils DFT。

### 3.1.4 鋼製全熔接鋼板表面處理

1. 儲槽鋼板表面在油漆前須進行表面處理工作，除去鋼板表面油脂、污跡、塵垢及鐵銹等有損油漆附著之雜物。
2. 所有銲道上銲渣、粗糙銲縫及尖銳鋼鐵邊緣，應在表面處理前磨平。
3. 儲槽表面處理依據美國 SSPC (Steel Structure Painting Council)所出版之最新規範或瑞典標準 SIS 05 5900 方法處理或或其他國家至少相同等級標準，其等級對照表如表 9。

4.儲槽進行噴砂表面處理，在大氣相對濕度超過 85% 以上時，不得進行噴砂。

5.當鋼板溫度與大氣露點接近時，不得進行噴砂工作。

表 9 表面處理等級對照表

SSPC 規範名稱	SSPC 規範號碼	瑞典標準號碼
溶劑洗淨法	SSPC-SP1	St1
人工清潔法	SSPC-SP2	St2
動力工具清潔法	SSPC-SP3	St3
刷除噴砂法(輕度)	SSPC-SP7	Sa1
商業噴砂法(中度)	SSPC-SP6	Sa2
噴砂至「近乎白色」金屬法	SSPC-SP10	Sa2-1/2
噴砂至「白色」金屬法	SSPC-SP5	Sa3

### 3.1.5 鋼製全熔接槽鉚造

- 1.鋼板下料：將鋼板平放在固定工作平台上，邊緣劃線，並以自動切割機切成所需之長方形，加工滾圓。
- 2.鉚口斜度：儲槽鋼板之鉚縫按設計圖示將鋼板切成 30° 之斜度。
- 3.彎板成形：將切好之鋼板用彎板機壓彎至所需之彎曲度，並使用樣板檢查其彎曲度。
- 4.組立校圓：將壓彎之鋼板逐處校圓，用樣板檢查，校圓工作完畢立即點鉚，連接成一個圓筒，然後以自動電鉚機熔接。
- 5.儲槽熔接：先鉚橫縫(即與儲槽中心線平行方向之鉚縫)，次鉚圓縫，進行各步驟熔接時，必須將前一道電鉚鉚渣打刷乾淨方可再鉚次一道，不可使鉚渣遺留在鉚縫內，致使減低熔接強度。
- 6.端板壓製及熔接：使用端板油壓成型機壓製之半橢圓型端板，應校準其高度、真圓度及端板逐處厚度，經點鉚後再行連續熔接。
- 7.鉚連各段儲槽時，務須隨時校正，不得有變形及其各段接縫不得有曲折現象。
- 8.儲槽開孔：在儲槽上部中心線依設計圖指定位置，鉚上補強板，切開人孔口。
- 9.將中央人孔口切下之圓形鋼板，鉚於正對量油口下方之儲槽鋼板上，以資補強人工量油時對儲槽之磨損。
- 10.人孔鉚製：將製妥凸緣短管及圍板等熔接於儲槽人孔口上。

### 3.1.6 鋼製全熔接附件製作

- 1.儲槽人孔蓋板上之開口(含卸油口、量油口及通氣口、吸油口)及液位計等附件須與人孔蓋板垂直。
- 2.人孔凸緣(flange)及人孔蓋板，其接觸平面須以車床加工整平密合。
- 3.安裝及搬運吊環按施工圖逐一熔接，應均勻配置，其製品無銹蝕裂損及扭曲缺陷。

### 3.1.7 鋼製全熔接油漆塗裝

- 1.儲槽油漆塗裝時，可用無氣噴塗(airless spray)、毛刷或滾筒方式施工。
- 2.在表面處理完成檢查合格後，第一道底漆須立即塗上。
- 3.底漆及面漆塗刷各兩道，漆膜厚度依施工規範之規定施作。
- 4.次道油漆須等待前次漆膜完全乾燥時方可再漆。
- 5.油漆塗裝時，漆膜不得有重塗、滲色、下垂、刷痕、皺紋、針孔、陷孔、薄膜、起泡等現象之發生。
- 6.油漆應注意塗刷均勻，遍及隙縫及死角。
- 7.不得添加稀釋液於油漆。
- 8.雨天或霧天空氣相對濕度高於85%以上時，不得進行油漆工作。

### 3.1.8 鋼製全熔接儲槽防蝕包覆

#### 1.油池塗刷柏油及包覆麻布

- (1)鋼製儲槽埋設前需先塗刷柏油及包覆麻布，塗刷柏油前如發現油槽於搬運過程中有被撞損之漆膜，需重新處理補漆。
- (2)塗刷柏油及包覆麻布：將已燒溶之四號柏油均勻塗刷於油槽四周，隨即包細麻布一層，並用#20 鐵線橫豎捆紮結實，而後再在麻布上塗刷柏油一道。麻布與麻布重疊至少不得小於10 cm 寬。

#### 2. 熱熔型防蝕帶包覆法

- (1)使用熱熔型防蝕帶包覆施工，須先將儲槽表面處理乾淨，無油漬、塵埃及其他油污附著於槽體表面。
- (2)儲槽包覆防蝕帶前，應將槽體表面塗裝防蝕底劑，以噴塗或手刷方式均勻塗裝乙道，乾膜厚度為0.05mm，用量須適當，以免發生流痕及匯流至底部而延緩乾燥時間。
- (3)防蝕底漆塗刷乾燥後，以手觸不黏手即可包覆防蝕帶。
- (4)儲槽表面如有不牢時，可以較厚底漆漆膜塗刷填補，惟須分層塗裝。



- (5)底漆塗刷於儲槽後，如未進行防蝕帶包覆，不可停置超過兩天，否則須加強表面清理或再塗刷底劑。
- (6)防蝕帶包覆儲槽前，以瓦斯噴燈對防蝕帶加熱，火焰不可聚於一點，均勻往返掃描數秒鐘充分軟融即可包覆。
- (7)防蝕帶相接處須重疊帶寬 1/2 為準，壓疊應力求一致，防蝕帶須緊貼槽壁不得有皺紋、氣泡或突起之現象

### 3. 環氧樹脂(epoxy resin)包覆法

- (1)使用耐油性環氧樹脂包覆儲槽之施工法，須先將槽體外表油污、泥土、水分、結垢、鐵鏽、殘渣等完全清除乾淨。
- (2)環氧樹脂分主劑與硬化劑兩液型組成，依據產品製造廠商規定比率定量摻配(特性參考表 10)，並用電動攪拌機充分攪拌混合，經混合後之塗料應一次使用完畢，以免固化。
- (3)檢查槽體表面完全清潔後，隨即塗刷底漆，同時鋪設維尼龍(Vinylon)布一道，再將混合後環氧樹脂塗料塗刷其上，並使用橡膠刮刀，使塗料均勻鋪平，塗料用量以每平方公尺 1.5 kg 為基準。
- (4)為維尼龍布(材質參考表 11)與環氧樹脂應滲透完全接著，塗料表層須平滑，塗層合計厚度需 2mm 以上。

表 10 焦油類環氧樹脂塗料特性

試驗材料	焦油類環氧樹脂
耐衝擊性	無異常
衝擊強度	無異常
伸張強度	90kg/m <sup>2</sup>
伸張率	10.4%
彎曲強度	23.3kgf/m <sup>2</sup>
壓縮強度	78.8kgf/m <sup>2</sup>
吸收能量衝擊強度	2.4kgf/m <sup>2</sup>
汽油	無異常 + 0.53%(重量)
輕油	無異常 + 0.09%(重量)
水、海水(6 個月)	無異常
10% 苛性鹼	+ 0.5%(重量)

10% 鹽酸	+ 1.0%(重量)
絕緣抵抗(90 日)	O.K.( $7.2 \times 10^{-5} \Omega$ )

表 11 維尼龍(Vinylon)布材質

組織		平織	
厚度(mm)		0.5 ± 0.1	
線股數		20#雙股或 10#單股	
密度(縱向、橫向)條/cm		7 ± 1	
伸張強度	室溫	縱向	40 以上
		橫向	35 以上
	過熱處理後 (220°C、3 分)	縱向	32 以上
		橫向	
收縮率	過熱處理後 (220°C、3 分)	縱向	5 以上

#### 4. 聚乙烯(PE)包覆法

- (1)本聚乙烯(PE)包覆法係指鋼製地下儲槽使用符合聚乙烯雙保護層 ULI746 part3/ULC S603.1 規定材質或其他國家至少相同等級材質之包覆施工，除防蝕功能外，尚有測漏功能。
- (2)儲槽其 PE 包覆層端板，設有塑製成型之監視測漏管，可供儲槽進油後監測油料洩漏用。
- (3)包覆儲槽施工前，應將槽體鋼板表面留存之熔渣、油污、塵土、尖銳突出物、水份等清除與磨平，以免損傷 PE 包覆層。儲槽試氣壓，測驗壓力應大於  $0.21\text{kgf/cm}^2$ ，但不應超過  $0.35\text{kgf/cm}^2$  以避免發生危險。
- (4)為便於包覆施工，儲槽放置於特製滾輪工作床上，可調整或固定儲槽轉動位置，使 PE 包覆層熔接縫部份，不致移位、偏斜。
- (5)儲槽裝置各項附件開孔位置，於包覆施工時，開孔部份殘餘塗漆或熔渣，要特別注意清除乾淨。
- (6)儲槽頂部開孔施工，經 PE 保護層包覆後，應確實量測開孔位置，使用開孔器切開，並鎖入網狀層封墊及開孔附件墊圈。
- (7)儲槽 PE 保護層包覆完成後，其經滾輪工作床滾壓部份，須再包覆一層 PE

保護帶，

(8)儲槽鋼板與 PE 包覆層間空隙，灌入石灰防蝕材料並包紮固定帶，將槽體末端剩餘包覆層切除。

(9)PE 包覆層固定帶包紮牢固定位後，開始進行熔接，其包覆層重疊接縫寬度，應在 76 mm 以上。加熱熔接鎗熔接 PE 包覆層接縫，其重疊部份須用重鎚敲打緊壓，避免產生皺紋。熔接完成後，始可將固定帶解除，其熔接縫應使用砂輪磨除加熱時 PE 層表面氧化物，等待 45 分鐘後，使 PE 推擠成形鎗加熱熔接及填補重疊部份隙縫。

(10)安裝 PE 端板並裝設監視測漏管口配件，其測漏管應與儲槽中心線校正對齊。使用空氣加熱鎗加熱 PE 端板與 PE 包覆層接縫處，必要時可加裝 PE 帶圍繞接縫凸緣，使端板牢貼於儲槽上，等待 45 分鐘後，再將儲槽表面及接縫殘渣磨平清除乾淨。

5. 聚亞胺酯 PU(poly urethane)包覆法：本 PU 包覆法係採用二酚甲醛異氰化物系統 100% 純度無溶劑之聚亞胺酯(PU)，雙液型噴塗方式包覆施工。包括：

(1)噴砂：使用美規 20~40 網目鋼砂或其他國家至少相同等級材質鋼砂，將儲槽表面處理乾淨，使鋼材表面呈灰色，符合 SSPC-SP6 規範。

(2)去脂：使用甲基乙基丙酮(methyl ethyl ketone)或丙酮(acetone)澈底清洗，由上而下形成水幕噴洗，俾清除油脂與水份。

(3)底漆塗裝：噴砂後應於最短時間內打上含有腐蝕抑制劑(inhibitor)。乾膜厚度 20~30  $\mu\text{m}$ ，可用刷塗、滾塗或噴塗，但不可一次塗裝過厚，應分數次塗裝，俾獲得更佳底層。

(4)塗覆

(a)塗覆之前應徹底檢查底漆塗裝品質，不可有缺失之處。若有缺失應隨即填補，並俟底漆完全乾固後才可塗覆 PU 面漆，以增加其附著力。

(b)不需塗覆的地方應將其遮蓋，常用方法是用 38mm 寬膠帶黏貼，黏貼時應平整而無皺褶。

(c)使用噴塗設備進行施工，依施工說明規範調和 PU 漆噴塗量，不可一次即塗覆過厚，2mm 厚度分成三次完成，避免產生針孔(pin hole)漏電。

(d)塗覆時施工人員應依規定配戴安全防護裝備。

### 3.1.9 鋼製全熔接槽防蝕包覆檢驗

- 1.儲槽在防蝕包覆施工中及竣工後，需作外觀檢查；以目視檢查全部槽體，其包覆面應平滑無起泡、損傷、皺褶等現象。並使用檢測用錘子輕敲表層突起處，檢查包覆層附著剝離度。
- 2.塗膜厚度檢驗：依據防蝕包覆層使用材料規範塗膜厚度檢驗。(如表 12)

表 12 儲槽防蝕包覆層塗膜厚度表

使用材料	底漆 (mm)	每道塗膜	完成厚度總計
熱熔型防蝕包覆層	0.05	依防蝕帶製品規範	10 mm 以上
環氧樹脂	0.03	含維尼龍布 0.5+0.03	3 mm 以上
PE 保護層	0.03	依 PE 製品規範	6.84 mm 以上

- 3.針孔漏電(pin hole)檢驗：使用防蝕包覆層絕緣漏電檢測器，檢驗全部包覆層；操作檢查電壓在 10~12 仟伏特，漏電探測器(線圈)移動速度在 10 cm/s 以內，掃描次數依槽體縱向及橫向來回掃描最少 2 次，如有漏電之處須修補完整至無漏電時為合格。

### 3.2 鋼製聚乙烯(PE)複合槽

3.2.1 各部名稱：同鋼製全熔接槽

3.2.2 設計

適用條件：常溫、常壓，槽體本身強度能抵抗土壤壓力。

型式：臥式鋼板製外加複合層圓筒槽。

有效內容積：30 公秉以上、40 公秉以上、或 55 公秉以上。

組合尺寸：詳鋼製複合地下油槽製造圖(圖 3)。

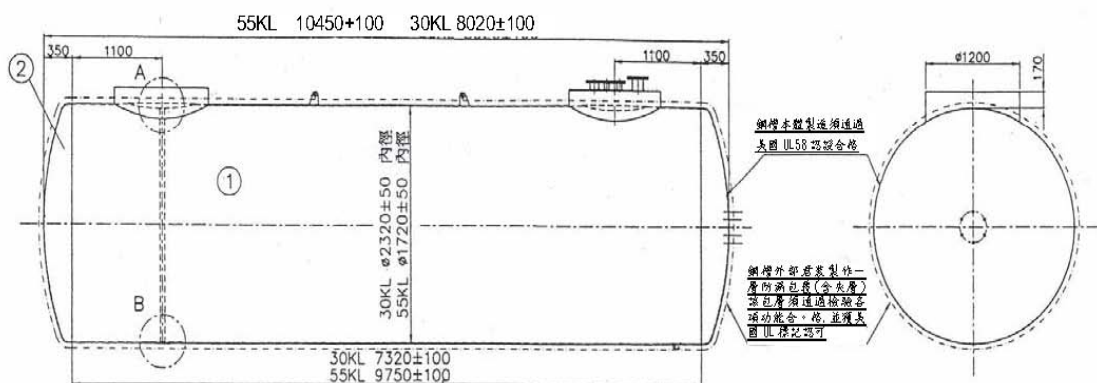


圖 3 PE 鋼製複合槽設計圖

3.2.3 鋼槽材料規範

- 1.鋼板：所用鋼板材質須符合 CNS 2473 或 ASTM A283 GR C 或其他國家至少相同等級材質之規定。
- 2.法蘭：材質應符合 CNS 2673 之 SF40，尺度 CNS 790 B5006 或 ASTM A105 或其他國家至少相同等級材質之規定。
- 3.Sch 40 鋼管，並符合 CNS 3159 或 ASTM A106 或 API 5L GR B 或其他國家至少相同等級材質之規定。
- 4.鐸條：採用 AWS 或 ASTM E 6011 系軟鋼鐸條或其他國家至少相同等級材質。
- 5.油漆
  - (1)油槽內部油漆：無溶劑環氧樹脂底漆，面漆採用無溶劑環氧樹脂面漆。
  - (2)油槽外部油漆：鋼製油槽無溶劑環氧樹脂底漆。
  - (3)採用之油漆除應遵照油漆製造廠商提供之方法及本規範之規定外，油槽內部並應切結保證五年內油漆不得有脫落之現象發生，油槽外部之油漆並照合約規定保固。
- 6.吊環：採用軋鋼製品，須符合 CNS 2473 或 ASTM A615 或其他國家至少相同等級材質之規定，且無起皮銹蝕、裂損及扭曲。
- 7.螺栓、螺帽：不銹鋼。
- 8.墊圈：採用金屬複合耐油墊圈。

### 3.2.4 油槽製造

#### 1.槽體鐸造

- (1)鋼板下料：先將鋼板平放在固定之工作平台上，邊緣劃線並以自動式切割機切成所需之正長方形(即四角均為直角)以便滾圓。
- (2)彎板成形：將切好之鋼板，用彎板機壓彎至所需之弧度，工作時應使用樣板檢查其曲度。
- (3)校圓點鐸：將壓彎之鋼板逐處校圓，用樣板檢查，校圓完畢立即點鐸，連接一個圓筒，胴體之二相鄰水平鐸縫應相隔  $90^\circ$  以上，然後以自動電鐸機鐸接成型。
- (4)鐸口斜度：油槽之鐸縫需按圖示將鋼板 4.5 mm 切成  $30^\circ$  之斜度，以便鐸接，直縫、圓縫均採用此法。
- (5)油槽鐸接：第一步先鐸橫縫(即與油槽中心線平行方向之鐸縫)。鐸接此項鐸縫時務必先點鐸(每 m 點鐸三處)，第二步鐸接每段油槽間之圓縫，進行

各步銲接時，務必將前一道電銲之銲渣打刷乾淨，方可銲次一道，不可使銲渣遺留在銲縫內，致使減低銲接之強度。

- (6)開人孔：在指定之位置，切開人孔口、卸油口及吸油口等。
- (7)端板銲接：端板須由模具壓製成形，僅於與胴體接合以銲道銲接，端板逐處校圓點銲後，再行連續對銲銲接。
- (8)銲連各段油槽時，務須隨時校正，不使變形，其各段之接縫不得有曲折情形。
- (9)將入孔口切下圓型鋼板，銲於正對人孔口下方之油槽鋼板上，以資補救量油尺對油槽之磨損。
- (10)銲製人孔、吸油口：將製成之油槽人孔、吸油口，銲裝於所開之油槽人孔上。
- (11)銲工檢定：參加工作之電銲工需持有內政部檢定合格乙級電銲技術士相關證照文件。
- (12)銲縫對準檢查：銲縫兩側鋼板測得之高低差度最大不得超過板厚之 1/4 倍，且最大不得超過 0.2cm。
- (13)槽體製造須通過 UL 58 或經認可之同等認證或其他國家至少相同等級認證。

## 2. 附件製造

- (1)油槽人孔、卸油口及吸油口之製作必須完全依照圖樣製作。
- (2)油槽人孔之中心線必須與油槽中心線相交在同一平面上。
- (3)人孔與人孔蓋、互相接觸之平面必須以車床加工整平，直至密合為準。

## 3. 噴砂除銹

- (1)鋼板表面之鐵銹油漬、水氣、塵埃或其他有害塗裝附著性之雜質，須完全以噴砂方式清除乾淨，除銹程度需達 SIS-SA2-1/2(或 SSPC-SP-10)以上，呈鏽白色狀。
- (2)噴砂除銹用之砂粒需在 16~40 mesh 之間，使用過之砂不得回收使用。
- (3)已噴砂之表面，最遲不超過四小時，須塗布底漆，以免受污受潮，而使表面生銹，致須重新處理。

## 4. 塗裝

- (1)塗裝時應以無氣噴塗(airless spray)或毛刷方式施工。
- (2)調漆時應用電動攪拌器調漆，油漆混合後需靜置 15~30 分鐘後方可使用，

- 混合後需在 8 小時以內用完，如超過使用時間，會起硬化，縱然加入溶劑，也無法溶解成為均勻液狀，故使用前應估計塗裝面積再調配所需量。
- (3)塗裝間隔底漆為 24 小時以上，面漆為 8 小時以上。如底層塗膜未充分乾燥而實施上層塗裝時，對該層之密著性有極不良影響，故須注意塗裝之間隔時間。
  - (4)槽體內部油漆之乾膜厚度(DFT)底漆 2 道計 3 mils，面漆 2 道計 3mils，總共需 6 mils。
  - (5)槽體外部油漆為底漆二道計 3mils。
  - (6)塗裝厚度一道不得大於 2 mils，膜厚須以膜厚計量測，並作成紀錄。
  - (7)油漆調配比例及施工方式應依照該油漆製造廠商提供之方式使用。
  - (8)油漆中含有爆炸性之揮發溶劑，置放時應遠離火源或其他熱源。
  - (9)油槽內部塗刷時，原則上應塗刷後再對端板，封妥後於補漆時，油槽人孔蓋應打開，並裝置防爆型之通風設備及照明設備，以維持槽內之可見度。
  - (10)油槽內部、外部塗裝均須俟槽體試壓完成後施作。
  - (11)油槽內部油漆須能耐苯及汽油添加劑。

### 3.2.5 複合層

- 1.須獲美國 UL 或其他國家經認可之同等級認證。
- 2.外部複合層(材質 HDPE、FRP 或 UL 1746 所列之材質)及夾層須通過 UL 1746 或其他國家經認可之同等認證合格，取得認可證明書，並須提供耐蝕、耐強度 10 年之保證書。

### 3.2.6 檢驗及試驗

- 1.油槽製造允許公差：除另有規定者外，應按 CNS 之標準規定辦理。
- 2.胴體部份之允許公差：依製造圖。
- 3.外徑允許之公差：依製造圖。
- 4.端板高度之公差：依製造圖。
- 5.材質檢驗：所採用之鋼板及其他配件，應按合約所訂之材料材質以新料製造，並提出製造廠商出廠檢驗證明文件，必要時得送請國家實驗室認證體系(TAF)檢驗機構檢驗。
- 6.外觀：油槽之端板及胴體本身不得有凹凸不平及變形之缺點存在，法蘭面應符合 ASTM A105 或其他國家至少相同等級之規定凸緣加工。外部層不得有任何

玻璃纖維或其他包覆層骨材外露現象，亦不得有任何脫層現象。

#### 7.放射線照射檢驗及判片

- (1)每座鋼槽銲道之放射線照射檢驗，照射檢驗位置為：T 縫全照、橫縫及直縫每道各 1 張。
- (2)檢驗標準依照 CNS 11226 或 API 1104 標準或其他國家至少相同等級標準辦理。
- (3)漏電試驗：每只油槽複合層出廠前應通過 35,000 Volts 漏電試驗合格，並應保存紀錄以供存查。
- (4)內壓及真空壓試驗：每只油槽複合層出廠前，內槽須試水壓  $0.7\text{kgf/cm}^2$  保持 24 小時無洩漏為合格。槽間之夾層須試-5 psig 真空壓，保持 24 小時，無洩漏為合格，並應保存紀錄併入驗收資料。
- (5)各項檢驗紀錄須與槽體編號標示符合。

### 3.3 鋼製 FRP 複合式儲槽

#### 3.3.1 各部名稱：同鋼製儲槽

#### 3.3.2 設計

- 1.適用條件：常溫、常壓，槽體本身強度能抵抗土壤壓力。
- 2.型式：臥式鋼板製外加複合層圓筒槽。
- 3.有效內容積計算(參考 UL 58)：30 公秉以上、40 公秉以上、或 55 公秉以上。
- 4.組合尺寸：詳鋼製複合地下油槽製造圖。
- 5.油槽總長度不得大於直徑之 6 倍。

#### 3.3.3 材料

- 1.鋼板：所用鋼板材質 SPV 450 厚高張力鋼板，或使用材質符合 ASTM A283 Grade 之規定，或其他國家至少相同等級材質之規定，選擇使用厚度 8 mm。依據 UL 58 符合規範 00801.2 之外壓試驗。
- 2.法蘭：法蘭材質應符合 CNS 2673 之 SF40 尺度 CNS 790 B 5006 之規定。
- 3.短管：採用 Sch 40 鋼管，並符合 CNS 3159 規定。
- 4.銲條：採用 AWS 或 ASTM 編號 E 6011 組系軟鋼銲條或性質相同之正字標記之同等品。
- 5.油漆：油槽內部均勻噴塗符合 CNS 規定正字標記耐油性底、面漆各兩道以上，每道厚度不得超過 2 mils、底、面漆厚度各為 3 mils，共計 6 mils。



6.螺栓吊環：採用軋鋼製品。

### 3.3.4 製造規範及工作範圍

1.油槽銲造：油槽端板採用凸出平板型。

- (1)銲口斜度：油槽之銲縫須按圖示將鋼板銲接，直縫、圓縫均採用此法。(依照 UL-58 之規定標準方法或其他國家至少相同等級之標準)
- (2)油槽銲接時，務必將前一道電銲之銲渣打刷淨盡方可銲次一道，不可使銲渣遺留在銲縫內，致使減低銲接之強度。
- (3)銲工須經政府機關檢定合格者。
- (4)銲道檢查：銲縫兩側鋼板測得之高低差度不得超過板厚之四分之一倍，最大不得超過 0.2cm。
- (5)油槽檢查：依 UL 58 及 UL 1746 之製造生產過程規定或其他國家至少相同等級規定試壓。

2.油槽配件製作

- (1)人孔蓋板上之開口(含卸油口、手動量油口、自動量油口及通氣口、吸油口及第二階段油氣回收等附件)須與人孔蓋板垂直。包括蓋板，耐油耐水石棉墊片，螺栓連帽採用不銹鋼製造。
- (2)人孔凸緣(flange)及人孔蓋板，其接觸平面須以車床加工整平密合。
- (3)安裝及搬運吊環應均勻配置，其製品無銹蝕裂損及扭曲缺陷。
- (4)配件任何傷痕之深度超過管件厚度的 12.5% 或傷痕位置發生在管件最薄厚度之處時，不得裝用。
- (5)不包括陰井蓋。

3.噴砂或噴細鋼珠除銹

- (1)鋼板表面之鐵銹、油漬、濕氣、塵埃或其他有害塗裝附着性之雜質，須完全以噴砂鋼珠方式清除乾淨，除銹程度須達 SIS-SA2 1/2 或(SSPC-SP-10)以上。
- (2)已噴砂或噴細鋼珠之表面勿曝曬過久，以免受污受潮，而使表面生銹，亦即第一道底漆與噴砂細鋼珠後，最遲不超過四小時施工。

### 3.3.5 FRP 鋼製複合槽認證參考規範

1.油槽容量為 30KL 以上，採用雙陰井式(預留直徑 66cm 人孔，作為槽內之清洗乾燥與油泥清除之用)。

2. 複合槽之鋼槽每只油槽皆通過放射線銲道檢驗，複合槽出廠前並通過 35,000 Volt 漏電驗測(Holiday Test)合格保證。
3. 複合槽須通過 UL 58 鋼槽認證合格或其他國家至少相同等級認證合格。外部 FRP 防漏包覆厚度至少達 2.54 mm 以上，須通過 UL 1746 或其他國家至少相同等級合格認證，並應檢附出廠證明、UL 認證報告或其他國家至少相同等級認證報告。
4. 承包商需領有 ISO 9002 或 CNS 品質認證之廠商。
5. 鋼板材質 SPV 450 或 ASTM A238C 厚高張力鋼板。
6. 符合行政院環境保護署民國 95 年 7 月 4 日(95)環署土字第 0950051816 號令公告之「加油站防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」中有關具二次阻隔層方式保護鋼槽之規定，並提供相關認證及保證。
7. 鋼槽及 FRP 之間使用隔離夾層。
8. 鋼槽與用 FRP 防漏包覆層間之夾層，須配置測漏感應器設備。

### 3.4 鋼製 PU 合成槽

- 3.4.1 鋼槽須符合 UL58 規範或其他國家至少相同等級規範；外層包覆聚亞胺脂 (poly-urethane)不導電材質，聚亞胺脂為 100% 固態形式，須符合 UL 1746 part IV 防蝕規範或其他國家至少相同等級規範。
- 3.4.2 鋼槽在進行披覆程序處理之前，必須要保持槽體非生銹狀態。
- 3.4.3 鋼槽整體披覆聚亞胺脂乾燥厚度，不得低於 1.75mm 最小厚度要求。
- 3.4.4 鋼槽整體披覆後表面需平整光亮。
- 3.4.5 絕緣測試需達耐電壓 35,000 伏特，即在 35,000 伏特電壓值測試下須完全絕緣。
- 3.4.6 鋼槽耐撞擊性(在槽體衝擊測試條件下)，槽體護層不可龜裂及漏電。
- 3.4.7 鋼槽內噴砂(Epoxy)漆防銹處理。
- 3.4.8 鋼槽本體須開直徑 500 mm 以上人孔。
- 3.4.9 含有岩石、煤渣、粗大或有尖角物料、腐蝕性泥土等均不得作為挖掘埋設油槽之回填材料，埋設油槽溝底必須平整為實，並應符合法規填入乾淨溪砂，防止外物之損壞。
- 3.4.10. 須附證明文件：鋼槽 UL58 認證，ASTM A238C 出廠證明，聚亞胺脂 (polyurethane) UL 1746 part IV 認證、鋼槽聚亞胺脂 (polyurethane) 噴塗技術 UL 1746 part IV 認證。以上均可採用其他國家至少相同等級認證或證明。

### 3.5 FRP 單層壁儲槽(詳 CNS 13025、CNS 13026)

3.5.1 各部名稱：同鋼製儲槽

3.5.2 設計：同鋼製儲槽

3.5.3 材料規範

- 1.材料：FRP 地下油槽係以熱固性樹脂、玻璃纖維補強物及其他材料組成之複合材料製品。
- 2 樹脂：使用 CNS 9715 或同等以上品質者。樹脂與儲存液體及槽體埋設周圍環境之水質、土質有關，使用單位可與製造廠商議定樹脂之種類；惟此種議定樹脂製成之複合材料仍需符合品質檢驗規定。
- 3 補強物：使用 CNS 7398、CNS 7399、CNS 7401、CNS 7402 所規定之玻璃纖維製品且須經表面處理之 E 型玻璃纖維以適用於樹脂黏結。
- 4.其他材料：包括粒料、填充料、著色劑及其他添加劑。

#### 2.5.4 油槽製造

##### 1. 油槽結構及附件

- (1)每一個槽體必須提供一個或數個吊環以方便搬移，此吊環強度則應符合 CNS 13026 之規定。
- (2)每一個槽體結構設計皆必須能以安錨固定。
- (3)FRP 地下油槽所含金屬附件於組合前均須噴沙除銹及表面除污去油處理，再以 FRP 或混煉發泡體等材料，加以固定在設計位置並填補銜接面之隙縫，再積層組合，惟其強度則須符合本標準。
- (4)管件連結接頭配件
  - a.管線連結以具標準螺牙之管件連接頭連結，其他尚包括螺牙之法蘭凸緣，標準尺度之半管接頭。鉚釘及法蘭耐油性墊片，此等配件皆該直接連在槽體上。
  - b.吸/卸油口可為鋼製內牙開口或 FRP 製法蘭，而油口可開在槽頂任何部位，惟不得開在加強肋條上。
  - c.槽體上須安裝連結附滅焰器之通氣口之連接頭附件。
- (5)槽體上所有與外界相通之開口位置皆在槽體頂部，且開口之中心線須與油槽之縱軸中心線相交在同一平面上。
- (6)管件連接頭與附件組裝完成後，須符合 CNS 13026 中第 3.2 節之規定，確

認接頭部份無破損，螺牙沒有磨耗及槽體沒有漏氣。

## 2. 人孔

(1) 附在槽體上之人孔，除不得開在圓端板算起之第一條加強肋條上外，可開在油槽體頂部之任何加強肋條上，惟人孔面須呈水平，中心線須與油槽中心線相同在同平面上，採用以螺栓鎖上具有蓋子之人孔。

(2) 油槽人孔蓋可為鋼製或 FRP 製，人孔及人孔蓋接觸面須平整密合，接合面須以厚度至少 3.2 mm 之耐油性墊片封口，避免液體流失。

(3) 鋼製或鋁製油口底板是減輕油品對槽體直接衝擊之附件，位於油槽底部之油口正下方，鋼板厚度至少 1.35 mm，鋁板則至少厚 3.2 mm，寬度不得少於 229 mm，面積不得少於 90cm<sup>2</sup>。固定環帶及扣釘可為鋼製或 FRP 製，惟須附有加強肋導塊。

槽體如有不符規定之缺陷，得以修補，惟修補過之油槽須符合各項檢驗。

## 3.6 FRP 雙層壁地下儲槽

3.6.1. 品名：30 公秉 FRP 雙層壁地下儲槽

3.6.2. 尺寸：外徑 2.44m ± 12.7cm 範圍內

3.6.3. 有效容積：大於等於 30,000 L。

3.6.4. 原料：採用 ASTM D4021 規定之商用儲油用級不飽和聚酯樹脂及 E 型玻璃纖維紗束(FRP)或其他國家至少相同等級材質。

3.6.5. 製作：採雙層壁式，UL TYPE I 或 II

1. 內壁厚度：不得低於 6 mm。

2. 外壁厚度：不得低於 5 mm。

3. 槽身、半球型端板與加強肋間須一體成型鑄造、厚度均勻、內外表面須相當平滑、無任何尖銳凸起、脫層或玻璃纖維外露現象。

3.6.6. 認證：FRP 槽體須通過 UL 1316 檢驗各項功能合格，且獲美國 UL 標記認可，或其他國家至少相同等級標記認可，並須提供耐蝕、防漏 30 年之保證書。

3.6.7 配件：每座地下油槽須包含下列配件。

1. 吊環：至少 2 個，為鋼製材質，並以 FRP 接著於槽體上，且能承載兩倍以上空槽重量，而不生斷裂或脫離現象。

2. 防撞底板：FRP 槽體上 2 個 55.9cm 人孔之正下方之槽底部分，須安裝鋼製防撞底板，並以 FRP 接著於槽體上。

3. 人孔：2 個，人孔 FRP 材質，蓋板為鋼製，螺栓、螺帽與墊片為鍍鋅及 UL 核准之耐油膠圈。
    - (1)人孔蓋板(F1)上，附鋼製可銲法蘭 5.08cm1 個、12.7cm2 個、6.35cm1 個。
    - (2)人孔蓋板(F2)上，附鋼製可銲法蘭 7.62cm4 個。
  - 4.直徑 4in.卸油管：FRP 材質，廠內預製完成。
  - 5.FRP 水箱：高 40cm，組合於槽頂，並配備一個直徑 10.16cmNPT 另件，供溼式測漏系統使用。
  - 6.水箱延伸管：油槽製造商須提供 1 支 1.5m 長 FRP 管及 2 個 10.16cm BELL X MALE (附電子探頭) (NPT)FRP adapter、1 個 10.16cmPVC cap 及 epoxy 膠合劑一組，交施工廠商現場組裝，供管內液面目視及電子探頭偵測用。
  - 7.FRP 固定帶：固定帶為 FRP 製，每條長度 4,500mm 以上，含 2 個鋅鋼 D 型環及 4 個鋁製導塊（每座桶槽須附 4 條）。
  - 8.FRP 護套：FRP 製，直徑 1,050 mm × 直徑 1,020 mm，高 40 cm，置於槽頂，保護人孔及另件之安全，並可避免 R.C.陰井直接壓迫 FRP 槽，也可做為水泥陰井止水圈用。
- 3.6.8.槽體標示：於 FRP 槽上易見處，以不易消失方法，除 UL 或其他國家至少相同等級標記編號外，其餘應一律以中文標明下列事項：
- 1.UL 或其他國家至少相同等級標記與編號。
  - 2.製造廠名稱或其代號。
  - 3.製造年月或代號及 FRP 槽製造編號。
  - 4.容量與用途名稱或型號種類。
  - 5.遵循施工說明書施工。
- 3.6.9 檢驗及驗收
- 1.槽體內外表面須相當平滑而無任何尖銳凸起部份及任何玻璃纖維外露現象，亦不得有任何脫層現象。
  - 2.槽體表面硬度依照 ASTM D4021 第 8.12.3 節之規定或其他國家至少相同等級之規定，不得低於 30 巴而可硬度(Barcol)。
  - 3.真空壓試驗：每只油槽出廠前，槽內真空壓測試達 292 mmHg，不得有任何破裂。
  - 4.內壓測漏試驗：真空壓測試合格之油槽，須施行內槽及夾層氣壓測漏，壓力達 5 psig.維持 5 分鐘。

- 5.每只油槽交貨時，應一併線交出廠合格檢驗報告，且中油隨時可派人至廠抽驗，若為國外製品，則 2,3,4,款之檢驗報告須經甲方認可之獨立公證檢驗機構簽認。
- 6.由國外進口之 FRP 地下儲槽代理，除真空壓試驗外，應備妥檢驗設備（指測厚儀、硬度計及內壓測漏），除供進貨時自行檢驗外，亦提供業主驗收之檢驗用。

### 3.7 鋼管

3.7.1 適用範圍：凡有縫鋼管，具有 ASTM、ASME A-53/SA-53、A-134/SA-I34、A-135/SA-I35、A-139、A-155、A-671/SA-671、A-672/SA-672 及 API 5L 等規格者，或其他國家至少相同等級之規格者均適用之。

3.7.2 材料：

- 1.捲管用之鋼帶，檢附出廠檢驗報告。
- 2.鋼管在開始進行捲製之前，由製造廠商自行檢驗鋼帶(板)之化學成份及機械性質，合格才可進行捲製。

3.7.3 尺寸：

- 1.屬於 ASTM 或 ASME 或其他國家同等級之鋼管，其尺寸需合乎 ANSI B36.10 或其他國家至少相同等級之規定。
- 2.API 5L 鋼管之尺寸，以符合該規範為準。
- 3.管端銲口之加工，需根據 ANSI B16.25 或相同等級或依合約之規定。

3.7.4 製造方法：

1. 捲管之鋼帶，需用平爐、電爐或轉爐製成。
2. 有縫鋼管應分別採用電阻銲、手工電熔銲或自動潛弧銲等方法銲接，其銲縫在製造過程中需依各該規範做非破壞檢測。

3.7.5 熱處理：依各該請購鋼管規範之規定施予熱處理。

3.7.6 檢驗：依各該請購鋼管規範之規定施予檢查。

3.7.7 鋼管標誌：檢驗合格之鋼管，應以噴漆標誌方式，註明鋼管之規範、厚度、長度，以及製造廠商標誌。API 5L 鋼管並需標註熱處理項目及日期，相關紀錄報表應送審。

### 3.8 玻璃纖維強化塑膠管(FRP 管)

3.8.1 適用範圍：本規範適用於以機械纏繞法製成之單壁或雙壁地下配油管線系統之

玻璃纖維強化塑膠管、玻璃纖維強化塑膠製配件、及接合用黏著劑。用於配送最高操作溫度 65°C 及最大使用壓力 10.5kgf/cm<sup>2</sup> 之石油系液態油品。

3.8.2 材料：FRP 及配件係以熱固性樹脂、玻璃纖維補強物及其他材料組成之複合材料製品。

- 1.熱固性樹脂：使用環氧系樹脂或不飽和聚酯樹脂。
- 2.補強材料：使用樹脂含浸性良好之玻璃纖維製品。
- 3.其它材料：包括填充料、著色劑及其它添加劑等。

3.8.3 品質

1.外觀：FRP 管及配件內面須平滑外，管壁組俄須均勻，管及管件之內、外表面均不得有外露纖維、孔隙、氣泡以及雜物等可能影響管材之缺陷。管之端面須平整，對管軸成直角，不得偏離 $\pm 3.0\text{mm}$ ，並須以同類樹脂塗覆，內層纖維不得外露受損，管端若有研磨加工時，須以管帽或管塞保護之。

2.尺度及許可差

(1)直管

- a.管徑：依表 13 之規定。
- b.管壁厚度：最小管壁厚度不得低於表 13 規定。亦不得低於標示管壁厚度之 87.5%。
- c.管長：除因應施工需要製造小部份補充短管外，原則上所有直管之有效長度區分為 6m,8m,10m,12m 四種，許可差為 $\pm 550\text{mm}$ 。

(2)配件：配件標稱管徑為 50,75,100,150,200,250 及 300 等七種。配件尺度應適合於與相當管接合成一體並符合各項規定。

表 13 FRP 玻璃纖維強化塑膠管尺度及許可差

標稱管徑	外徑	許可差	最小管壁厚度
50	60.3	+1.5/-0.5	1.5
75	88.9	+1.5/-0.5	1.5
100	114.3	+1.5/-0.5	1.8
150	168.3	+1.7/-0.7	2.5
200	219.1	+2.2/-1.0	3.2
250	273.0	+2.7/-1.2	3.8
300	323.8	+3.3/-1.4	4.2

3.偏圓率：FRP 管任意斷面之內外圓周須為同心之正圓形，其偏圓率不得超過 1.0%。

#### 4.耐水壓強度

(1)試驗水壓：GFRP 管及配件之試驗水壓須依規定值  $21 \text{ kgf/cm}^2$  試驗，並保持 1 分鐘而無破裂、漏水或滲水現象。

(2)破壞內壓：FRP 管之破壞內壓須依規定值  $42.0 \text{ kgf/cm}^2$  試驗，保持 5 分鐘而無破裂、漏水、變形等現象。

#### 5.耐衝擊強度

(1)落球試驗：FRP 管及配件經落球試驗後，不得有損壞及漏水現象。

(2)墜落試驗：FRP 管及配件經墜落試驗後，不得有損壞及漏水現象。

#### 6.抗外壓強度

##### (1)耐壓扁性

a.FRP 管經壓扁，其變形量達平均外徑的 5% 時(如表 14)，其載重不得小於表 14 之規定值，而且管壁應無龜裂，裂痕或其它(造成管身漏洩)之損壞現象。

b.載重繼續增加，使 FRP 管的變形量達平均外徑的 10% 時，管壁應無脫層，破裂或其它結構破壞現象。

(2)管之剛性及剛性係數：須符合表 14 之規定。

表 14 FRP 玻璃纖維強化塑膠管之抗外壓強度

標稱管徑	容許變形量 mm(約 5%)	單位管長載重 m(kgf/m)	管之剛性 Kpa/m <sup>2</sup>	剛性係數 N-m <sup>2</sup> /m
50	3.0	1167(119)	388	1.5
75	4.5	1746(178)	388	5
100	5.5	2138(218)	388	10
150	8.5	3305(337)	388	32
200	11.0	4276(436)	388	72
250	13.5	5247(535)	388	139
300	16.0	6217(634)	388	226

#### 7. 抗拉強度

(1)軸向抗拉強度：不得低於  $625 \text{ kgf/cm}^2$ 。



(2)環向抗拉強度：不得低於 1,250 kgf/cm<sup>2</sup>。

8.耐煮沸性：重量變化率應不大於 1.0%，煮沸後以目視檢查不得有脫層或其他損傷現象(耐煮沸性與浸漬試驗結果與 FRP 管實際使用情況之性能變化並無任何直接關連，僅可將此作為一長期操作下性能變化判斷比較之參考資料)。

9.浸漬試驗：經普通柴油及高級柴油試液浸漬後，其環向抗拉強度變化率應不大於 12% (浸漬試驗經買賣雙方同意後得增減試液種類)。

10.按著劑接著強度

(1)接著劑：接合用接著劑須為在溫度最高 65.5°C 及壓力 1.03 MPa(激動壓 1.90 MPa)之狀況下，連續使用時，能使管與配件間永久密封之適當材料。

(2)接著強度：使用廠商提供之接著劑，依作業說明書載明之作業步驟，依序將 FRP 管及配件接合後，施行前節之耐水壓強度試驗，保持 24 小時而無破裂、漏水或滲水現象。

(3)廠商應提供 FRP 管及配件接合之黏著包，黏著包含接著劑、清潔劑、攪拌棒等及作業說明書。

3.8.4 檢驗：依 CNS 13455 檢驗。

### 3.9 同軸式聚乙烯(PE)可撓性軟管

3.9.1 適用範圍：本規範適用於以高密度聚乙烯(high density polyethylene, HDPE)製成之同軸雙層熔接式撓性地下油管、單層熔接式撓性地下油氣回收管。

3.9.2 材料：由高密度聚乙烯(HDPE)材質製成。

3.9.3 品質：

1.同軸雙層熔接式油管之內管及管件：

(1)內管由高密度 PE 材質製，須具備可撓性、抗腐蝕、耐油、耐苯之特性，其內襯抗油性之滲透率趨近於零。

(2)管線及管件之接合須採用原廠制式電熔方式，以確保接合處之強度至少與管線本體一致。

(3)內管、接頭及熔接處其耐壓強度均須達 50 psig 以上。

2.同軸雙層熔接式油管之外管及管件：

(1)外管由高密度 PE 材質製成，須具備可撓性、抗腐蝕、抗油性及耐磨損之特性。

(2)管線及管件之接合須採用原廠制式電熔方式，但不得使用與內管同時在

一起之熔接方式。

(3)同軸管線兩末端與測試套筒銜接(不會接觸油者),得採用原廠制式電熔或束緊方式。

(4)內管與外管間之夾層,其耐壓強度須達 5 psig 以上。

(5)當內管發生漏油情形時,外管須有防止油料外漏並可進行回收之功能。

3.內外管為同軸不得分開使用且內外管間具有溝槽,若內管漏油時需能迅速回收油料。

4.必須通過 UL 971 號檢測合格或最新版歐盟標準 EN14125 認證之合格證明。

5.內管與接頭須通過 90 psig.水壓試驗,試壓時間為 60 分鐘附壓力計錄器作成記錄。內管於承受 50 psig.水壓試驗 60 分鐘後,外徑改變率不得超過 1.5%,長度改變率不得超過 2%。

6.外管與內管間之夾層須通過壓力為 5 PSIG 以上試驗,並保持壓力 1 小時以上,無壓降時則試驗合格。

7.內管材質耐蝕能力須通過 UL 567 號或其他國家至少相同等級檢驗合格。

#### 3.9.4 內管接頭

1.輸油管接頭為特殊接頭可嵌入內管內材質為銅質,外有兩片鑄鐵鎖住轉接頭,三通接頭或是 90 度彎頭與國內一般接頭通用。

2.可承受 250 kgf 以上的拉力。

3.9.5 外管封環:固定輸油管於加油機座(盆)及人孔(油槽陰井)。

### 3.10 加油站管線系統

3.10.1 加油系統:依加油泵浦種類可分為沉油泵系統及自吸式系統。

3.10.2 送油管(吸油管):自地下油槽暗井至加油機下方油盆之管線,又可分為串聯式與併聯式兩種方式。

1.鋼質送油管(吸油管)設置通則:

(1)以油槽為基準,各油槽加油管及油氣回收管均各自構成獨立密閉系統。

(2)鋼質送油管(吸油管)採 API 5L Gr.B, Sch 40 或其他國家至少相同等級材質鋼管。

(3)管線配管採銲接方式,銲口須經 100%放射線照射檢驗;油管並須施以 150 psig 水壓試驗,維持 24 小時無顯著壓降,試壓紀錄須存工程檔備查。試壓後須清管三次。

(4)地下管線部份須包防蝕帶二層外加 PVC 帶(寬幅應有 50%重疊)，包覆完成後並須經漏電檢查合格;地上管線部份則除銹後塗底、面漆各二道(顏色依各油公司標準識別顏色為準)。

(5)鋼質送油管(吸油管)須依「防止污染地下水體設施及監測設備設置管理辦法」之規定設置二次阻隔層。

## 2.可撓式送油管(吸油管)設置通則：

(1)以油槽為基準，各油槽加油管及油氣回收管均各自構成獨立密閉系統。

(2)為配合加油站各油槽之靈活調度，各汽油槽及加油機等均需設置油氣回收管線。

(3)管線材料採捲繞式，非金屬材質之聚乙烯(PE)同軸管，外管為 75mm 以上，內管為 63mm 以上。採用 PE 可撓性雙層送油管(吸油管)者雖不另設鋼筋混凝土管溝，惟配管仍以集中配置為原則。

(4)採用 PE 可撓性雙層送油管(吸油管)者除於油槽暗井及加油機油盆中可做接管外，其埋入地下部分為完整連續之管線，不得有任何接頭。

(5)油槽暗井內 PE 管與沉油泵出口間，使用 63mm 裸鋼管。

(6)外管試氣壓 5 psig，維持壓力之時間 1 小時，無洩漏為合格。內管試氣 50 psig，維持壓力時間 1 小時，無洩漏為合格。

(7)可撓式 PE 管管線兩端須有測試頭。

(8)可撓式 PE 管管線容許彎曲之曲率半徑不得小於 2m。

(9)可撓式 PE 管穿過油槽暗井壁及加油機油盆壁處，須套接密封環後灌填混凝土施工。

(10)可撓式 PE 管管線及管件之熔接、裝配皆須由受過原廠訓練並取得證照之專業工程人員施工，以確保品質。

(11)可撓式 PE 管不允許無搭配配件之管對管直接電熱熔接方式施工，須搭配以接頭或管件電熱熔接方式融合。少相同等級認證標準。

(12) 加油站油管須採用撓性 PE 管，施工前承包商需提供符合 UL 認證合格之各種管徑、接頭材料之認證證明及型錄送審或其他國家至少相同等級認證證明，認證標準為 UL 971-2005 或其他國家至少相同等級認證標準。

(13)承包商除提出認證合格證明，如係進口材料須另提供進口證明文件、生產廠出廠證明及檢驗合格報告等相關文件，經審查通過後再進場施工。完工後並須由原廠提供至少 5 年保固證明書。

### 3.10.3 卸油管

- 1.卸油管範圍包含鋁合金卸油口快速接頭、10.16 cm 卸油管、7.62cm P.E 包覆鋼管立管、卸油口區接油盆(RC 造)、銅質接地棒等(圖 4)。
- 2.卸油管可採用 10.16cm 鋼管(需包覆)或單層熔接式撓性地下油管。銜接卸油口之卸油管外露地面部分為 7.62cm P.E 包覆鋼管，埋入地下部分為單層 10.16cm 鋼管(需包覆)或 PE 熱熔管接至油槽暗井內法蘭，其配管斜率應維持在 3/100 以上。
- 3.卸油口附近需打設一支 0.95cm 以上直徑之接地銅棒，供卸油油灌車接地用，其電阻值須小於 25 歐姆以下。
- 4.卸油管線施工後須試氣壓 90 psig.，並維持壓力時間 1 小時不得洩漏。

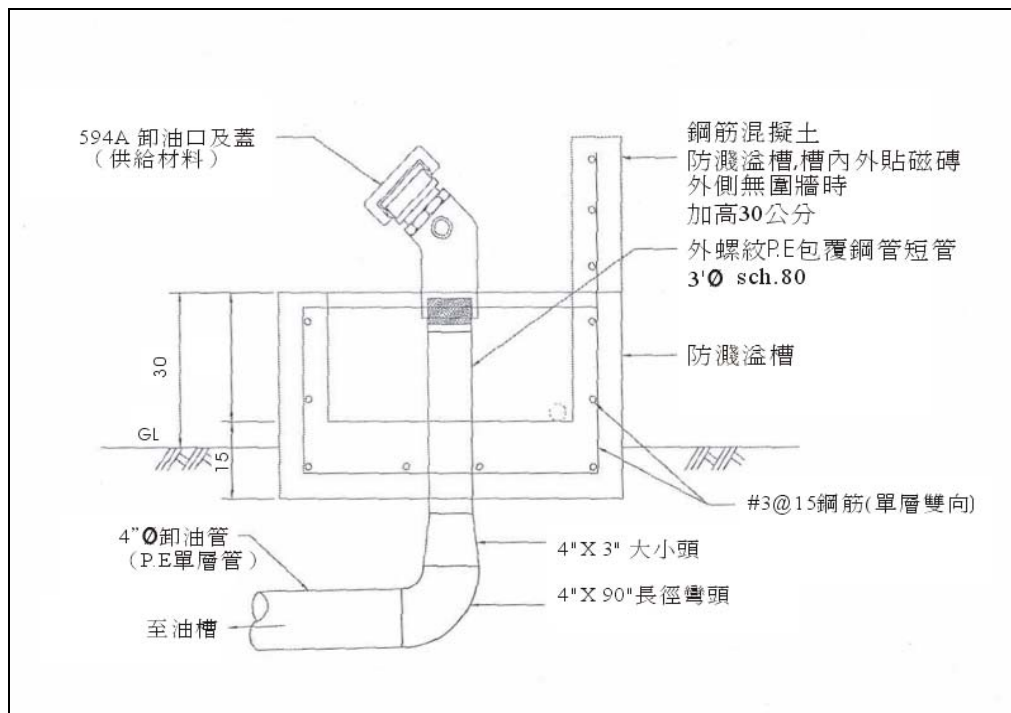


圖 4 卸油管及其各部元件設計圖

### 3.10.4 第一階段油氣回收管(一次回收管)

- 1.泛指連通汽油槽至 P/V 閥間之管路(圖 5)，使用 5.08cm Sch 80 PE 包覆鋼管。
- 2.為配合各油槽之靈活調度，各汽油槽均需設置一次油氣回收管線。
- 3.浮筒通氣閥：為連通各油槽間通氣並防止油槽滿溢油料之裝置，各油槽間以 7.62cm Sch 80 鋼管短管銜接並裝設一只 7.62cm 由任，做為緊急隔斷用。
- 4.快速接頭：油灌車卸油時，供連接油灌車油氣回收管用。
- 5.真空壓力調節閥(pressure/vacuum vent，PV 閥)：安裝於汽油類油槽通氣管

末端(柴油槽通氣管頂端則裝設呼吸閥)。當油槽壓力值超過 37.62cm 水柱或真空度低過 20.32cm 水柱時，PV 閥會自動開啟，其功用在於平衡槽內壓力，使加、卸油過程得以順利進行，並保護油槽免於損壞。壓力真空閥應符合美國加州空氣資源委員會(CARB)認證或其他國家至少相同等級之規範。

6.由任：連通浮球通氣閥，因緊急需要時，可置入盲板供區隔各油槽。

7.微壓表(建議裝設)：裝於汽油油槽浮球通氣閥與通氣管連通管上，可顯示油槽內部壓力值。

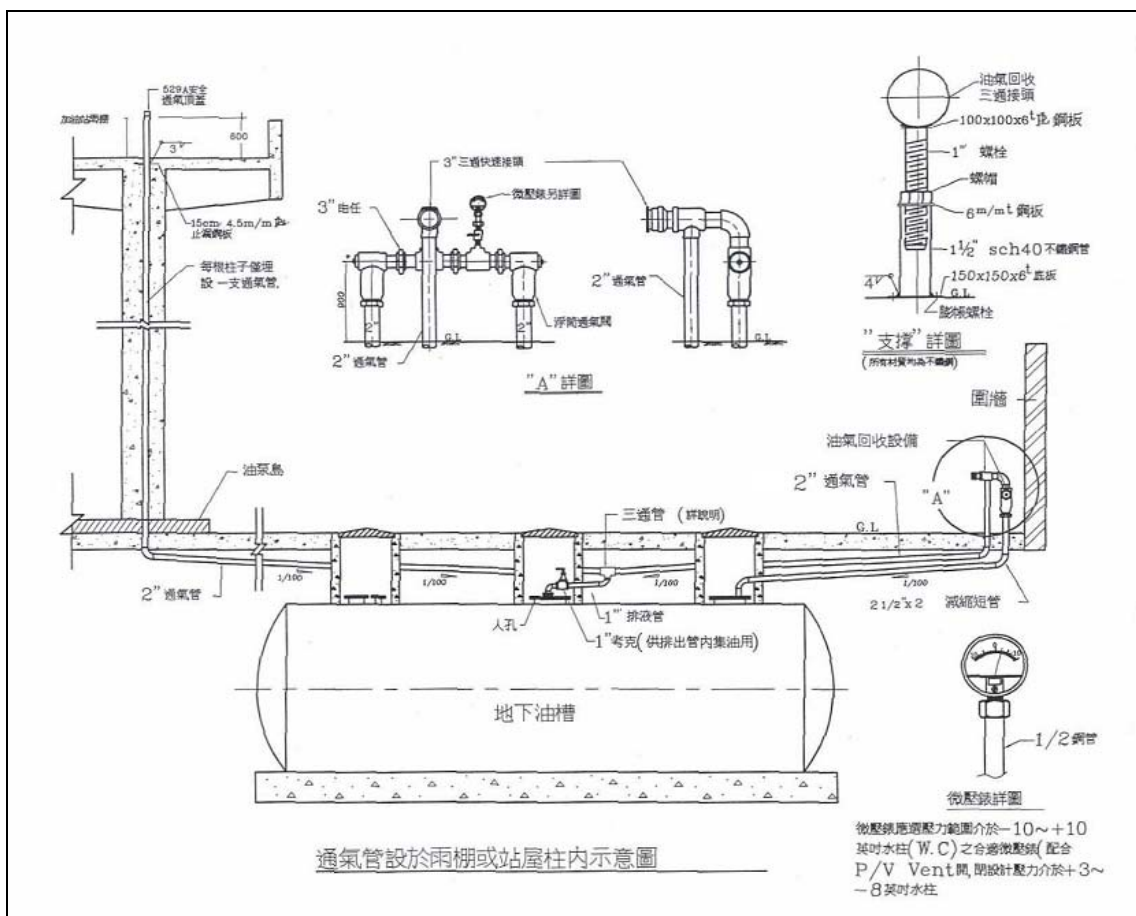


圖 5 第一階段油氣回收管及其各部元件設計圖

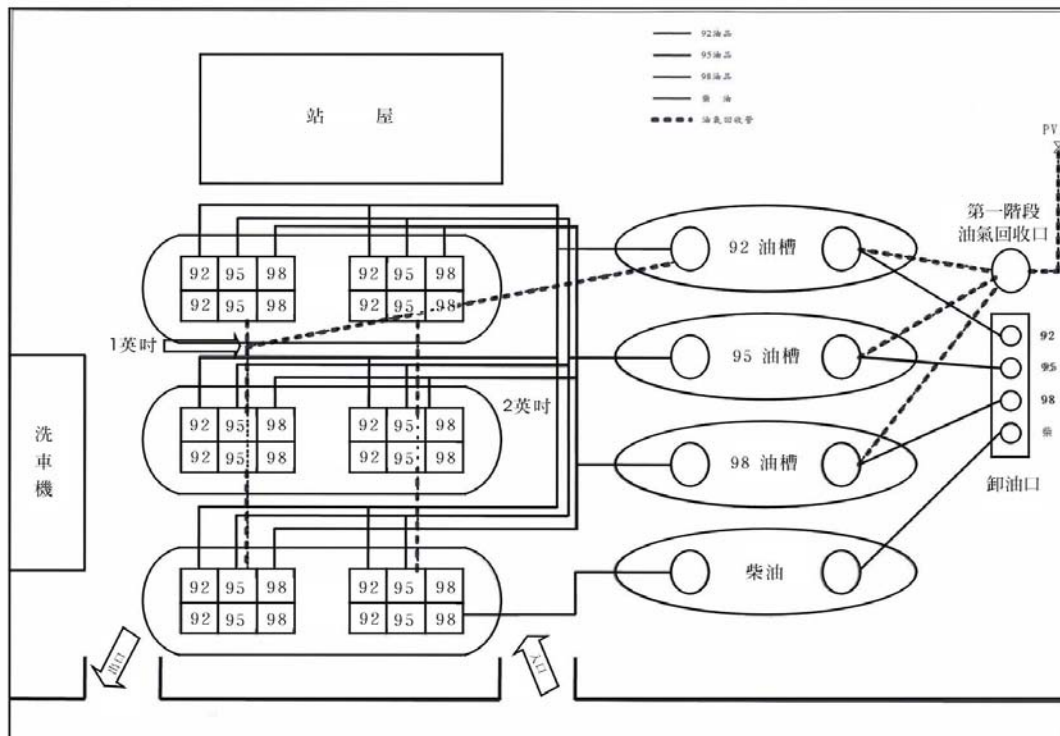


圖 6 第二階段油氣回收管線配置示意圖

### 3.4.5 第二階段油氣回收管(二次回收管)

- 1.油氣回收主管為加油機泵島至 92 油槽間敷設之 5.08cm 管線(圖 6)。
- 2.為配合加油站各油槽之靈活調度，各汽油槽及加油機等均需設置二次油氣回收管線。
- 3.每一加油泵島埋設一條油氣回收支管至油氣回收主管。
- 4.油氣回收管可採用採用 5.08~7.62cm API 5L Gr.B，Sch 40 或其他國家至少相同等級鋼管(需包覆)、PE 可撓性單層管或 FRP 管。
- 5.同加油泵島每一台加油機至支管間設置一支分管銜接，油氣回收分管以大小頭轉為 1.9cm(0.75in.)管徑與加油機銜接。
- 6.油氣回收管如採用 PE 可撓性單層管時，建議外套 7.62cm PVC B 級管，PVC 管與油氣回收管外壁間以適當環型隔架支撐，以維持截面為同心圓之狀態，並做為支撐配成所要斜率，管溝底依 1/100 斜率整平壓實，管線底部以砂包調整高度，維持油氣回收管斜率應在 1/100 以上。
- 7.油氣回收管配管時倘因穿越排水溝致斜率無法維持在 1/100 以上時，應以配至穿越集水箱涵上方為原則。
- 8.油氣回收主機(集中燃燒式)已設置於站屋屋頂者，於 92 油槽另配管一支 5.08cm 油氣回收分管至站屋邊與原有油氣回收泵浦入口端銜接，並於油氣

回收泵浦出口端配置一支斜率應在 1/100 以上之 5.08cm API 5L Gr.B Sch 80 PE 包覆鋼管至浮球通氣閥銜接於管塞處。

- 9.油氣回收管配管施工後，須兩端封閉灌入氮氣試氣壓 5 psig，並維持壓力時間 1 小時，無洩漏後始得埋管。
- 10.油氣回收管施工後，可由承包商自行施作或委託專業廠商施作氣油比(A/L ratio)、氣漏及液阻檢測。若未能通過該測試，承包商須重新配管調整至合格為止，其再次測試之施工費用及其衍生之所有之費用由承包商自行支付。若承包商未能通該項測試並提出測試報告，則本工程視為不合格，並依合約規定辦理。
- 11.油氣回收系統需符合環保署「加油站油氣回收設施管理辦法」之規定。

## 4、陰極防蝕篇

陰極防蝕的方法有兩種，一為犧牲陽極法，一為外加電流法。犧牲陽極法主要是利用活性較大的金屬為陽極，與地下結構物於土壤中聯結，形成一電化學電池(如圖 7)；由於異種金屬相接觸，活性較大的金屬(陽極)會在反應中被消耗，而鈍性的地下結構物(陰極)會因此而被保護。

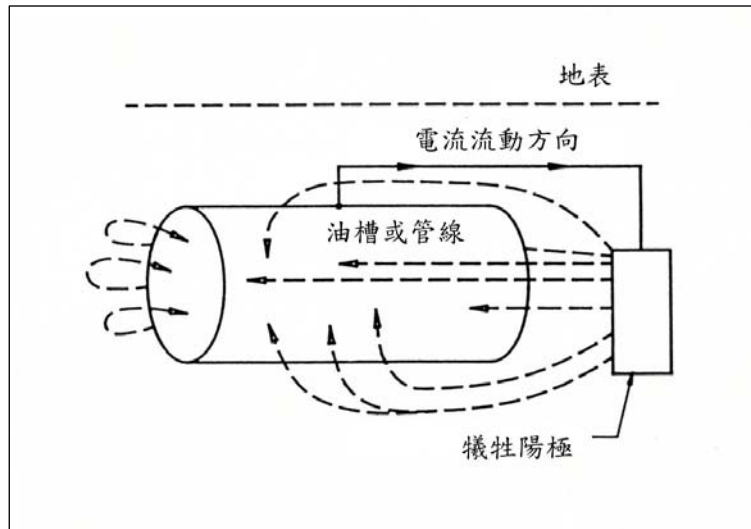


圖 7 地下儲槽犧牲陽極保護法示意圖

外加電流式陰極防蝕系統主要是利用一外部電源，來提供陰極與陽極之間的電位差。陽極必須接於電源之正端，而地下結構物則接於電源之負端。電流從陽極經過介質(如土壤)到達地下結構物表面，然後沿著地下結構物經導線，回到電源，如此地下結構物便受到保護(如圖 8)。

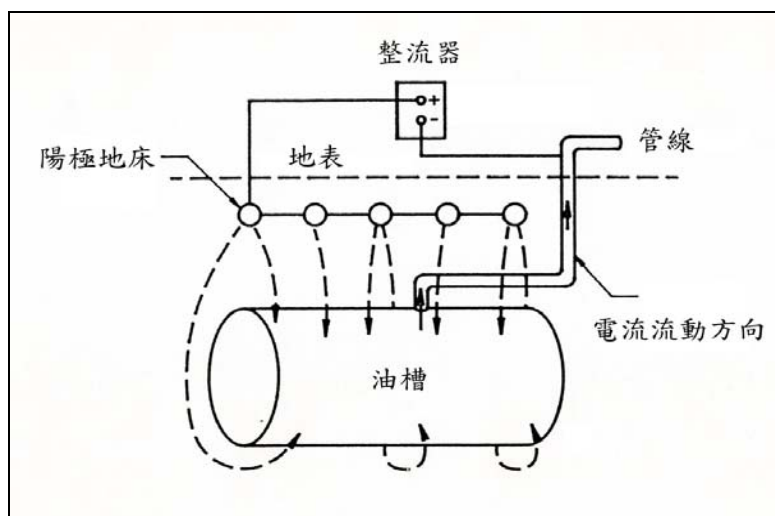


圖 8 地下儲槽外加電流式陰極保護法示意圖



## 4.1 新建地下儲槽系統的陰極防蝕

### 4.1.1 總則

4.1.1.1 可用於新建地下儲槽系統的三種陰極防蝕基本類型：

1. 工廠製造的犧牲陽極系統。
2. 現場安裝的犧牲陽極系統。
3. 現場安裝的外加電流系統。

4.1.1.2 現場安裝系統的推薦作法類似於第 4.2 章描述的已有地下儲槽系統的做法。

### 4.1.2 工廠製造的陰極防蝕系統

#### 4.1.2.1 單壁和雙壁儲槽

1. 工廠製造的犧牲陽極陰極防蝕系統適用新的地下儲槽系統。它們的設計和規範應考慮三個主要因素：

- (1) 犧牲陽極；
- (2) 絕緣防蝕層；
- (3) 電絕緣。

系統各部組件作為一個整體來設計，以達到對各種儲槽和多數現場條件提供腐蝕防護的目的。該系統與其他結構的連接有可能影響製造商的質保期。

#### 4.1.2.2 陽極

1. 含回填料的鋅或鎂陽極可用於工廠製造系統，鋁陽極在地下設施中通常無效。保護儲槽免受腐蝕所需陽極的尺寸和數量，可根據預期的設計壽命、儲槽表面積、防蝕層品質、陽極類型、陽極尺寸和儲槽將安裝的土壤電阻率範圍，透過計算預先確定。
2. 陽極能直接與槽接觸或用電線透過測試站與儲槽連接。透過現場條件和運轉因素來確定陽極類型。鋅是工廠製造系統最常用的陽極類型，鎂陽極在高土壤電阻率中更為有效，在陽極溫度超過 49°C (120°F) 的儲槽上應該採用鎂陽極。

### 4.1.3 用於新建地下儲槽系統的管線

4.1.3.1 可透過材料選擇、系統設計和防蝕層的結合來達到與地下儲槽系統相連的所有地下管線的腐蝕保護。

4.1.3.2 在陰極防蝕場所內，對次級的，受遮蔽的管線可能需要其他腐蝕控制方法。

4.1.3.3 選擇材料時考慮的設計參數包括：

1. 與環境的相容性；
2. 與所含產品的相容性；和
3. 壓力與溫度。

4.1.3.4 金屬管線

1. 應使用防蝕層和陰極防蝕來防止與電解質接觸的金屬管線遭受外腐蝕。
2. 儘可能最好使用工廠預製的防蝕層。可參見下列 NACE 標準：
  - (1) NACE RP0190
  - (2) NACE RP0185
  - (3) NACE RP0375
  - (4) NACE MR0274
3. 陰極防蝕的所有金屬構件宜形成電連續。當使用犧牲陽極陰極防蝕時，所有被保護的金屬構件宜與所有其他金屬組件電絕緣。
4. 帶機械接頭的金屬管線可要求加連接線以確保電連續。
5. 第 4.6 節規定了包括設施和結構的陰極防蝕監測的推薦作法。
6. 暴露於電解質中的次級的，受遮蔽的金屬構件系統應進行陰極防蝕。
7. 在陰極防蝕系統的影響範圍內，陰極防蝕系統的設計應減少雜散電流對外部金屬構造物的任何副作用。

4.1.3.5 非金屬管線

1. 非金屬管線不能用陰極防蝕來保護，然而，暴露在土壤中的產品管線系統的任何金屬組件均應被保護。
2. 選擇材料時應確保產品不僅與基本管線材料相容，而且與任何粘合劑或連接用化合物相容。

4.1.3.6 撓性連接器

1. 撓性連接器用於剛性管線系統以適應管線的移動。根據施工材料，這些連接可能在地下應用時造成異種金屬連接。
2. 撓性連接器不一定提供電連續，根據系統的設計可要求確認和連接。
3. 與電解質接觸的連接的所有金屬組件均應進行陰極防蝕。(在非金屬管線系統中，撓性連接器的保護常常被忽略。)

4. 工廠製造的陰極防蝕系統可適用撓性連接器體系。

4.1.3.7 根據第 4.6 節運轉與維護，宜對所有腐蝕保護系統進行監測。

#### 4.1.4 防蝕層

4.1.4.1 地下儲槽系統外表面高品質的絕緣防蝕層，必須在塗敷之前經過適當的表面處理。防蝕層覆蓋包括陽極連接點、附件和吊耳。

4.1.4.2 用於鋼質儲槽的任何類型的防蝕層必須具有高絕緣性。絕緣防蝕層的用途是將儲槽與環境電絕緣以減少陰極防蝕系統的需求。絕緣防蝕層所要求的其他性能是耐環境流體和所儲存的產品、耐衝擊/耐磨損、附著力、以及抗陰極剝離。

1. 通常用於鋼質地下儲槽系統的三種絕緣防蝕層是聚氨酯、環氧和增強塑膠。這些防蝕層的性能宜符合公認的工業標準，如：

(1) STI T871。或

(2) UL 1746, part 1, Section 10.。

2. 當防蝕層上出現缺陷、損傷和降解時，必須按照廠商的說明書修補。

#### 4.1.5 電絕緣

4.1.5.1 為了使陰極防蝕系統按照設計要求運轉，工廠製造的陰極防蝕儲槽通常與所有其他構造物(產品和出口管，捆紮帶，液面監視系統，間距監視器，導管等)電絕緣。因為陰極防蝕系統的設計能力僅夠儲槽用，所以要求工廠製造的陰極防蝕系統電絕緣。絕緣裝置通常必須在工廠安裝妥當，以減少安裝誤差，並與所儲存的產品相容。用於確保絕緣的裝置取決於儲槽的連接類型。電絕緣裝置僅宜在規定的溫度和壓力範圍內使用。

1. 絕緣襯套用於非壓力儲槽的螺紋連接。這些襯套應遵照 UL 標準 1746 第 1 部分 11 章和 STI-P3, 或滿足等效的要求。

2. 當無法使用絕緣襯套時，使用法蘭連接。如果在現場採用法蘭連接，宜使用法蘭絕緣成套工具。

3. 如果使用控制帶，在控制帶和儲槽表面之間應使用有效的絕緣材料。

4.1.5.2 安裝完成後，但在回填和最後鋪砌或分級之前，應核查絕緣情況。

#### 4.1.6 回填要求

4.1.6.1 回填料應與防腐塗層和陰極防蝕系統相容的均勻材料。回填材料應無大的石頭、垃圾、碎片和其他不均勻材料。

4.1.6.2 陰極防蝕設計應考慮保護電流被地質條件或其他構造物所阻礙的情況。

#### 4.1.7 其他

4.1.7.1 儲槽通常被錨定住以防止儲槽因浮力而不固定。錨定材料應包括扁平隔離帶，該隔離帶用絕緣材料與儲槽絕緣。因為可能出現點接觸危害防蝕層，所以不宜使用電纜或鋼質圓棒。帶型組件的腐蝕控制也應考慮。

4.1.7.2 被保護的地下儲槽系統宜包括：

1. 連接到構造物上的專用試驗導線；
2. 供可攜式參考電極試驗的電解質通路；
3. 可接近所有永久性安裝監測裝置的連接點。

## 4.2 既有的地下儲槽系統的陰極防蝕

4.2.1 在陰極防蝕設計之前，所現場試驗必需完成，建議匯總與被保護儲槽相關的歷史資料。這些資料通常分成兩類：物理描述和運轉歷史紀錄。儘管不可能得到每一個儲槽的所有的資料，但重要的是盡可能收集相關資料。這些資料除了能節約現場調查時間，還可形成更經濟合理的規劃，並有助於避免無效的設計。

### 4.2.2 物理描述

4.2.2.1 尺寸、構造物和條件：陰極防蝕系統的類型，以及保護儲槽和管線所需要的陰極電流量取決於構造物的表面積、防蝕層品質以及電解質的性質。儲槽和管線的構造物以及在現場相對於其他構造物的位置也可能影響所選系統的類型。

4.2.2.2 施工材料：需要儲槽、管線和相關設施的材料和施工知識來評定影響設施的可能的腐蝕機理，並決定哪些構造物需要陰極防蝕。施工材料包括儲槽系統的任何地下部分(如閥門、零件、槽的襯墊、帶、錨、基礎、接地極、電纜、監測裝置、儲槽和管線)。各種組件中不同金屬的使用能加速未保護的地下儲槽的腐蝕，並能影響陰極防蝕所需的電流。金屬組件上防蝕層的存在和狀態對陰極防蝕系統的設計也有很大的影響。

4.2.2.3 電連續性：陰極防蝕系統的設計和運轉取決於地下金屬構造物的電連續程度。宜考慮地下金屬儲槽的有意跨接、接地或電絕緣的存在。不必要的電接地宜除去。管線、儲槽、相關的地下構造物(包括導管)的電連接方法可影響陰極防蝕設計。

4.2.2.4 其他地下構造物：與儲槽系統不相關的額外地下構造物能夠影響擬建陰極防蝕系統的可行性、類型和容量。

4.2.2.5 鋪砌層：現場鋪砌層的存在和厚度能夠影響陰極防蝕系統的運轉和安裝成本。鋪砌層的位置、類型、年限、以及大概的再鋪計畫都是設計者感興趣的。其他重要的現場改造也必須考慮。

#### 4.2.3 完整性保證

4.2.3.1 地下儲槽系統的運轉歷史紀錄，包括安裝日期和施工圖紙，為評價提供重要資訊。

4.2.3.2 宜分析密封性試驗和內部檢查的結果，或完整性保證的其他行業公認的方法(見 API RP 1631 以獲取額外資訊)。

4.2.3.3 地下儲槽的洩漏歷史紀錄可影響翻新的陰極防蝕系統的可行性。宜評價每個洩漏的時間、地點和類型。

4.2.3.4 地下儲槽系統的組件修理或替換應分析其對系統腐蝕可能性或對翻新陰極防蝕系統運轉及效率的影響。修補、替換的原因和系統的修改、及所用材料與方法也應當加以分析。

4.2.3.5 宜審查地下儲槽任何以前的陰極防蝕系統運轉資料，包括陰極防蝕系統的類型(犧牲陽極或強制電流)，安裝日期、陽極的類型、尺寸和佈置，以及保護的水準。

#### 4.2.4 現場測試

4.2.4.1 所有的試驗方法應依照適用的工程標準。

4.2.4.2 可進行土壤鑽孔。每個試驗孔鑽探的過程中，宜記錄下列測量資料：

1. 儲槽/地電位分佈；和
2. 土壤電阻率分佈。

4.2.4.3 當需要時，宜將土壤試樣從鑽孔中取出，並且放進密封試樣容器中，以進行下列分析：

1. 電阻率；
2. pH；
3. 硫化物離子濃度；
4. 氯化物離子濃度；
5. 水分含量。

#### 4.2.4.4 地下儲槽腐蝕評價和陰極防蝕系統設計的研究宜包括如下試驗：

1. 土壤電阻率：低土壤電阻率的土壤通常比高電阻率的土壤更具腐蝕性；然而，高電阻率土壤中也會發生嚴重腐蝕，尤其是當土壤組成不均勻時。電阻率的變化表明導致電偶腐蝕發生的土壤組成的變化。公認的土壤電阻率試驗包括四針溫納法，土壤盒和單探頭法。
2. 構造物/土壤電位
  - (1) 構造物/土壤電位用於評價與地下儲槽系統相關的腐蝕活性。如果正確的解釋並聯繫其他測量，構造物/土壤電位宜給出一個電偶腐蝕和電解質腐蝕電池嚴重性的指示。
  - (2) 宜採用高輸入阻抗電壓表進行測量。
  - (3) 由於飽和銅/硫酸銅參考電極(CSEs)穩定、堅固，並可產生重現性的結果，因此可用於地下腐蝕試驗。收集資料時，電極的放置很重要，每個讀數需適當標示電極位置。鑽孔試驗時，宜將參考電極靠近儲槽/土壤介面放置。一般來說，試驗孔應在距槽的邊緣 0.3m(1ft)處鑽到槽下 0.6m(2ft)深處。在不同的深度記錄槽/土壤電位以確定從地面到槽地下的電位分佈。
3. 從直流傳輸系統、陰極防蝕整流器、直流銲接設備和直流馬達的運轉中能夠發出雜散直流電流(DC)。當從鋼質儲槽的表面放電時，這些電流消耗大約 9kg/A-y(20 lb/A-y)的金屬。集中的電解腐蝕能迅速加快地下儲槽系統的損壞。可利用使用構造物/土壤電位、電流和電位梯度測量檢測雜散電流的存在。
4. 電流要求：透過評價類比永久安裝的陰極防蝕系統效果的試驗，可確定保護所需的直流電。在周圍土壤中安裝臨時陰極防蝕陽極，並與直流電源的正極相連，電源的負極應與試驗中的地下儲槽系統相連。然後在可接近的地方測量構造物/土壤電位，並外推這些資料(包括隨時間變化的極化作用)以確定所需的陰極防蝕電流。在評價所需電流試驗過程中，要考慮構造物的電絕緣情況。
5. 為了確定是否所有的儲槽和管線是電連續的，以及是否存在與其他構造物的電連續，需要進行電連續試驗。臨時陽極應由具有“開”“關”迴圈的直流電源通斷電。硫酸銅參考電極或其他適當的參考電極應放置在固定的位置上，並隨著構造物連接從一個地方向另一個地方移動，並記錄

下構造物/土壤電位。在構造物連接的每個點上，隨著直流電源的迴圈可觀察“開”和“立即關”的電位讀數。在每個連續性試驗期間，硫酸銅參考電極必須保持在同一個位置。不管與構造物的連接點怎樣，當電位讀數和隨施加電流而發生的電位讀數的變化大致相等時，表示電連續的。構造物/土壤電位和電位的變化如果不同，表示接觸點之間缺乏電連續。

#### 4.2.5 實驗室試驗

4.2.5.1 pH：對於相同的電阻率土壤，酸性土壤(pH 低於 7)更容易導致鐵腐蝕。

在 pH 低於 4 時，腐蝕速度加速。在 pH 高於 10 時，鋼材趨於鈍化。宜按照 ASTM G51 進行所有的 pH 試驗。

4.2.5.2 氯化物離子：氯化物離子是去鈍化劑，並引起點蝕。ASTM D512 可用於測量氯化物離子濃度。

4.2.5.3 硫化物離子：土壤中硫化物離子的存在表明是厭氧菌條件。在這些條件下，硫酸鹽還原菌能大大加快腐蝕速度。試驗程序應滿足方法 NIEA W415.51B 對硫化物、亞硫酸鹽、硫酸鹽的要求，以及方法 ASTM G200-09 對硫酸鹽還原菌的要求。

#### 4.2.5.4 水分含量

1. 水分含量是決定土壤環境腐蝕性的重要參數。應立即將收集到的土壤樣品密封在樣品容器內以防止蒸發和污染。宜使用 ASTM D 2216 確定樣品的水分含量。
2. 可以透過鑽孔試驗確定水分含量隨深度的變化。在鑽孔記錄中宜標注地下水水位元深度(如遇到的話)。

#### 4.2.6 資料分析

4.2.6.1 這一節概要說明瞭保護既有地下儲槽系統的陰極防蝕系統設計前必須進行的分析。安裝的陰極防蝕系統的範圍和類型由試驗結果決定。在確定不尋常條件(如：雜散電流、異種金屬)、確定安裝陰極防蝕系統後試運轉時所需的自然狀態特性，以及電連續性時，這些資料的分析是有價值的。

4.2.6.2 其他試驗結果(土壤電阻率、構造物/土壤電位、雜散電流、電流要求、電連續性、pH 值、氯化物離子、硫化物離子、水分含量等)有助於採用陰極防蝕系統的類型和範圍的確定。解釋這些結果時宜考慮季節的變化。

4.2.6.3 應調查地下儲槽以前所有的維修記錄，以確定對這些設施造成嚴重腐蝕破壞的可能性。在考慮安裝陰極防蝕系統之前，應完成所有必要的維修(見 API RP1631 以獲取額外資訊)。

4.2.6.4 並不是所有的地下儲槽系統都適合陰極防蝕系統。如果試驗結果顯示有非常嚴重的損壞構件，宜考慮更換或停止使用該地下儲槽系統。

### 4.3 陰極防蝕標準

#### 4.3.1 總則

4.3.1.1 本章列舉了陰極防蝕的準則，當分別或整體遵循時，這些準則表明金屬地下儲槽系統獲得了適當的陰極防蝕。

4.3.1.2 使用陰極防蝕的目的是控制地下儲槽系統的腐蝕。

4.3.1.3 詳細準則的選擇部分取決於該準則被成功使用過的類似構造物和環境的經驗。

4.3.1.4 在 4.3.2 節的準則是透過實驗室試驗制定的，或透過評價從成功運轉的陰極防蝕系統獲得的資料，以經驗確定的。如果用其他方法表明已經獲得了腐蝕控制，負責腐蝕控制的人員不必局限於這些標準。

4.3.1.5 使用盡可能接近地下儲槽系統電解質表面的參考電極進行地下儲槽系統的電壓測量。必須考慮透過構造物/電解質介面以外的 IR 降、異種金屬的存在、可能干擾電壓測量正確解釋的其他構造物的影響。所有讀數都應該用與電解質接觸的參考電極獲取。不應透過混凝土或瀝青獲取讀數。可透過地表開孔建立和土壤接觸，方法是在混凝土或瀝青上鑽孔，或和混凝土和瀝青間土壤縫隙接觸。

注：在確定壓降的重要性上，使用合理的工程作法，例如：

- 1.測量或計算壓降。
- 2.審查陰極防蝕系統的歷史性能。
- 3.評價地下儲槽系統和周圍環境的物理性質和電特性。
- 4.確定是否有腐蝕的物理跡象。

#### 4.3.2 鋼質構造物準則

4.3.2.1 根據環境條件，各種水準的陰極極化都能獲得腐蝕控制。然而，在沒有證明已獲得足夠的陰極防蝕的資料時，應使用下列一個或兩個方法：

1. 施加陰極防蝕達到至少-850mV 電位。該電位使用與電解質接觸的硫酸銅參考電



極(CSE)測量。為了有效地解釋該電位數值，必須考慮除通過構造物/電解質之外的壓降。

2. 相對於硫酸銅參考電極(CSE)至少-850mV 的電位。
3. 陰極極化量最少 100mV。為了滿足本準則，可使用瞬間斷電法。

#### 4.3.3 參考電極的選擇

4.3.3.1 其他標準參考電極可以替代硫酸銅參考電極。然而，它們的電壓數值必須按照表 15 轉換成相對於硫酸銅參考電極的數值。

表 15 電位測量相對於硫酸銅參考電極的轉換

其他標準參考電極	相當於-0.85V 硫酸銅參考電極	修正
甘汞	0.776V 加	0.074V
銀/氯化銀	0.78V 加	0.07V
鋅	+0.25V 加	1.10V

#### 4.3.4 特殊考慮

4.3.4.1 可能存在特殊情況，需要使用不同於上述所列的準則，例如雜散電流和雜散電梯度。在這種情況下，測量構造物中電流損失或獲得以及電解質中電流的存在是有用的。

4.3.4.2 有時存在保護是無效的或部分有效的反常狀態。這樣的狀態包括高溫、防蝕層剝離、遮蔽、細菌侵蝕、以及電解質中不尋常的污染物。

4.3.4.3 當保護有不同金屬的構造物時，構造物對土壤的負電位應該等於為保護陽極性最強金屬所需的電位。

### 4.4 陰極防蝕設計

#### 4.4.1 總則

4.4.1.1 關於強制電流和犧牲陽極系統設計的資料可以在 NACE RP 0169 找到。在設計中有用的資料包括：

1. 場地計畫和系統佈置；
2. 管子、管件和其他附屬設施；
3. 電力供應；
4. 既有和擬建的陰極防蝕；

- 5.附近地下的金屬構造物；
- 6.場地易接近性；
- 7.土壤條件（如：電阻率、化學組成、通氣、水分含量）；
- 8.電絕緣；
- 9.防蝕層完整性；
- 10.高溫；
- 11.遮蔽；
- 12.處理過的儲槽回填材料；
- 13.異種金屬和混凝土/金屬介面；
- 14.複雜因素。

#### 4.4.2 犧牲陽極系統

4.4.2.1 本節描述已有的使用犧牲陽極陰極防蝕的地下儲槽系統的外腐蝕保護設計中宜考慮的因素。

4.4.2.2 當由於使用絕緣防蝕層使暴露於土壤中的金屬表面積減到最小時，或當因槽的尺寸而該面積較小時，犧牲陽極保護系統可用於儲槽系統。當需要的電流較高時，宜考慮使用強制電流陰極防蝕以減少保護系統的費用。

##### 4.4.2.3 電絕緣

1. 電絕緣的方法可將主要的地下儲槽系統與其他電接地系統絕緣。
2. 所有未塗敷的相關聯的管線可與儲槽電絕緣。可以使用電絕緣接頭和套管將電潛泵與金屬管線和儲槽絕緣。
3. 管線的電絕緣可透過法蘭絕緣成套工具、絕緣套管或電絕緣接頭達到，上述絕緣設備性能設定取決於適當的操作壓力，和與槽內產品的相容性。宜盡可能避免使用地下絕緣接頭。為了檢查和維護方便，絕緣接頭宜裸露在外。
4. 當法規規定要求時，儲槽應接地以保護其免遭閃電引起的破壞，這應在不危害陰極防蝕設計的前提下實現。

##### 4.4.2.4 犧牲陽極的選擇

1. 在土壤環境中三種最常用的有效犧牲陽極是標準電位的鎂(ASTM B843、CNS 13518)，高電位的鎂(ASTM B843、CNS 13518)和高純度的鋅(ASTM B418、CNS 13519)。這些陽極的選擇和使用是基於被保護構造物所需的電流、土壤條件和被保護構造物的溫度。

2. 每種陽極的輸出電流主要取決於土壤條件、陽極形狀和陽極的淨驅動電位。
3. 當使用高純度鋅陽極時，應注意確保陽極滿足 ASTM B 418 第 II 類型陽極材料的要求。作為土壤用的犧牲陽極，鋅的純度大大影響它的性能。
4. 當陽極環境溫度高於 49°C (120°F) 時，不應使用鋅陽極。高溫使鋅陽極呈現鈍化特性。土壤中某些化學物質的存在，如碳酸鹽、重碳酸鹽和硝酸鹽，也能影響作為陽極材料的裸露鋅的性能。
5. 用特殊填包料可提高犧牲陽極的性能。75%的石膏、20%膨土和 5%硫酸鈉的混合物一般用於鎂陽極。75%的石膏、20%膨土(Bentonite)和 5%硫酸鈉的混合物，或 50%的石膏和 50%膨土(Bentonite)的混合物可用於鋅陽極。
6. 陽極宜附帶有連好的導線。導線應是至少 10mm<sup>2</sup>(#12 AWG(6))的實心導線，外包熱塑性絕緣層或相當的耐油和耐水絕緣層。

#### 4.4.2.5 犧牲陽極的安裝

1. 陰極防蝕陽極應以電流最優分佈的方式安裝在儲槽的周圍。陽極宜安裝在靠近地下儲槽或在地下儲槽的底部。如果多個地下儲槽安裝的間距比較近，需要在儲槽之間，並且儲槽的中心線上部安裝額外的陽極，以便在地下儲槽的上表面提供足夠的電流分佈。
2. 應安裝足夠鬆弛的陽極導線以避免由於周圍土壤沉降而可能遭到破壞。

#### 4.4.3 強制電流系統

4.4.3.1 本節推薦設計強制電流陰極防蝕系統的程序。在設計陰極防蝕系統時，應考慮下列因素：

1. 認識現場危險條件，材料的選擇和規格，安裝作法，以確保安全安裝和運轉；
2. 所有適用的法規；
3. 材料的選擇和規格，安裝作法，以確保系統在預計的使用壽命期間可靠、經濟地運轉；
4. 選擇推薦安裝方式以減少雜散電流。

#### 4.4.3.2 電連續性

1. 所有被保護的構造物必須電連續。在管線和儲槽之間，某些情況下，從槽到槽，需要連接。必須根據要求調查電路和公用管線（如水和氣管線）的電絕緣或電連續。

2. 非銲接接頭不一定是電連續的。必須確認被保護系統所有組件之間是電連續的。
3. 陰極防蝕系統的設計應減輕雜散電流對陰極防蝕系統影響範圍內的外部金屬構造物的不利作用。

#### 4.4.3.3 外加電流陽極(輔助陽極)

1. 多種材料，如(a)高矽鑄鐵，(b)石墨，(c)塗有金屬/氧化物混合物的鈦(MMO)，(d)鍍有白金的鈦或鈮，可用作輔助陽極。這些陽極通常和低電阻率的含碳回填料一起安裝。
2. 陽極導線應製成絕緣以滿足環境的耐機械和耐化學品的要求。輔助陽極應單獨或成組地與直流電源的正端相連，被保護系統的組件應使用絕緣電纜與負端相連。
3. 陽極、整流器、從構造物返回到整流器負極的電纜需要專門的絕緣。在塑膠管內安裝電纜是好的作法。如果安裝在土壤中，需要下列電纜絕緣性質：
  - (1)耐磨性；
  - (2)低吸水性；
  - (3)耐儲槽產品的洩漏。
4. 在陽極周圍使用含碳低電阻率的回填料，可延長輔助陽極的壽命。這些填料最常用的是由煤製成的冶金焦炭屑和煅燒石油焦炭。其他低電阻率、含石墨、可導電的填料也可減小陽極對地電阻。
5. 陽極地床的構造可以是垂直的、水平的或有角度的。陽極形狀的選擇取決於環境因素、電流需求、電流分佈、被保護構造物的尺寸和形狀。陽極的放置宜使保護電流在被保護系統表面呈均勻分佈為佳。
6. 利用在已有構造物上使用臨時假通電試驗，可確定達到特定的保護準則所需電流。利用計算表面積並使用基於經驗和合理的工程判斷得到最小保護電流密度能估計所需電流。
7. 儘管有許多直流電源可用於強制電流陰極防蝕，但整流器是最常用的。可使用不同類型的整流器如：(a)固定電壓(b)恒定電流(c)自動電位控制(d)上述的組合。可使用帶直流供電的分離接電箱，它們能提供多迴路輸出，每路輸出能隨單個回路或陽極而變化。這些都裝有分流器，以便能監控單個陽極電流輸出。
8. 應以安全考慮為優先設計所有的強制電流系統。所有的電纜線路必須被保護

起來以免遭物理損壞和擊穿。如果需要，整流器和連接盒應防爆。

#### 4.4.4 測試站

4.4.4.1 為了使每個系統有足夠的地點進行陰極防蝕試驗，必須考慮電位和電流測量的測試站。

4.4.4.2 測試站有多種不同的形式，包括：

1. 測試站可以是鑄鐵或耐衝擊的塑膠，但應按同一方法安裝在同一水平面上，以確保其長期的耐久性。測試站可包括一個端子排。電線宜使用彩色標示或其他永久的標識。電線安裝應留有鬆弛裕量，並應避免損壞絕緣，如果發生損壞必須進行適當的維修。
2. 測試站可包括與構造物表面連接的試驗導線，該導線用絕緣的帶子固定到一個固定裝置上，並從人孔接近。
3. 如果用可攜式的參考電極進行監測，在人孔附近宜處理一塊乾淨的、未遮蔽的回填或土壤的區域進行電極安裝。

4.4.4.3 宜建立預防措施以監測槽底電位，這樣的設施可包括：

1. 永久性參考電極，和
2. 或可插入進出管的可攜式參考電極。

4.4.4.4 對於犧牲陽極陰極防蝕系統來說，測試站的設計應允許將陽極斷開，修正因 IR 降的電位測量，以便評估保護水準。當需要時，試驗站也應留有空間，容納地下參考電極的試驗導線。

4.4.4.5 測試站宜清晰標記，容易接近和安裝，以便免遭車輛交通損壞。

4.4.4.6 應利用最小埋深 0.5m(18 in)，或使用非金屬導管將進入測試站的所有導線保護起來以免遭破壞。

#### 4.4.5 電線和連接

4.4.5.1 用於陽極、參考電極、和監測連接的導線需要用具備下列性質的絕緣：

1. 低的吸水性；
2. 耐槽內產品的洩漏；
3. 耐磨損；
4. 滿足使用的足夠的破壞強度。

4.4.5.2 陽極導線應用錫鍍或銅鍍將導線和陽極接觸面連接牢固。鍍上的陽極應有可鍍的鋼芯便於直接連接到構造物上。連接到構造物上的配線宜使用發

熱銲接，可銲的鋼質電壓線連接器、或適當的機械連接器進行連接，並承受抗拉試驗。連接的地方應在連接之前用刮或刷的方法清理乾淨。連接器和連接區域應在連接完後全部塗敷絕緣被覆。

#### 4.4.6 其他

##### 4.4.6.1 設計圖和技術規範

1. 工程圖應顯示被保護的構造物、陰極防蝕系統、相關附屬物的整個佈局。
2. 規範應說明用於陰極防蝕系統建設的材料和安裝方法。

4.4.6.2 設計地下儲槽系統的陰極防蝕系統時，宜考慮洩漏保護、溢出保護、釋放檢測、防揮發措施、電接地或內襯。

### 4.5 陰極防蝕系統的安裝

#### 4.5.1 總則

4.5.1.1 所有的工作應按照所有可適用的正確和安全規則進行。

##### 4.5.1.2 通知

1. 在陰極防蝕系統施工和安裝之前，宜通報該設施運營方監工。
2. 在開挖之前，應通報公共或私人設施的擁有方，以及鄰近的其他地下構造物的擁有方。這樣能夠使得地下構造物的擁有方在擬建施工區域內查找任何構造物以避免意外的物理損壞。

#### 4.5.2 現場條件

4.5.2.1 施工前，應審查與地下儲槽系統安裝相關的施工圖。儘管可以確定大多數地下儲槽系統的位置，但是很難確定產品管線系統、油氣回收管路，以及出口管路。設施上的地下構造物不僅包括地下儲槽系統和相關的管線，而且包括監測井和感測器、槽襯墊，和可能存在的公用設備。

4.5.2.2 在陰極防蝕系統安裝前，應考慮一些因素，如地下水位、機動車和行人通道，以及地上構造物。

#### 4.5.3 安裝程序

4.5.3.1 儘管大多數安裝通常不需中斷運轉，但是應與合適的操作人員協調，以減少中斷。這項工作也宜與設施的其他施工方協調。

4.5.3.2 應按照施工圖和規範進行陰極防蝕系統的所有施工。所有偏離施工規範的內容應在安裝前被核准，並應在施工圖上標注。

4.5.3.3 陰極防蝕系統的安裝應在經過培訓和具有資格的人員監督下進行，以確

保安裝是按照設計圖和規範進行。

#### 4.5.3.4 犧牲陽極

1. 封裝陽極在儲存期間宜保持乾燥。陽極和導線之間的電連續應在沒有破壞包裝的完整性的情況下進行試驗。在安裝之前必須除去所有防水包裝。
2. 應根據系統規範安裝陽極。應在封裝的犧牲陽極周圍塞滿填料並壓實。  
4.4.2.4 第 5 條描述了填料的選擇。
3. 宜多加小心以避免在回填操作時損壞導線和連接處。導線宜留有足夠的鬆弛裕量以防拉緊。陽極不宜用導線搬運或放進挖掘的坑中。

#### 4.5.3.5 輔助陽極

1. 應檢查輔助陽極的缺陷和材料的符合性。搬運和安裝時應避免損壞陽極。
2. 應按照施工規範埋設輔助陽極，並且應裝入回填材料以確保陽極周圍沒有空間。回填操作不應損壞陽極和導線。
3. 應仔細檢查陽極導線的絕緣缺陷，並應避免損壞導線的絕緣。帶有損壞的絕緣導線的陽極不應安裝。

#### 4.5.3.6 導線和電纜

1. 安裝直接地下的電纜到陽極時應注意避免損壞絕緣。應留有足夠的鬆弛裕量以避免拉緊。當在電纜溝內安裝導線時，電纜周圍的回填材料應無岩石和其他可能損壞導線絕緣的外來物質。
2. 宜避免到地床的端頭電纜在地下拼接。端頭電纜和來自陽極的導體之間的連接應是機械牢固且導電的。如果地下或浸水，必須密封所有的拼接或連接處以防防水氣滲透，並確保與環境的電絕緣。

#### 4.5.3.7 整流器裝置

1. 應檢查整流器裝置以確保內部連接是機械牢固，並不存在損壞。直流電源的等級應符合施工規範。
2. 電纜與整流器的連接應是機械牢固且導電的。在電源施壓前，應核實電纜的負極與被保護構造物相連，電纜的正極與陽極相連。直流電源施壓後，應進行測量以核實這些連接是正確的。
3. 交流電與整流器相連時應遵守台電法規。宜在整流器上外接一個通斷開關以提供專用的交流電，整流器外殼應當很好的接地。

#### 4.5.3.8 電線連接

1. 當進行連接時，構造物和所有的導線應是清潔、乾燥、沒有異物。應將導線與構造物相連，以使其是機械牢固且導電的。
2. 所有導線附件宜使用電絕緣材料包敷。如果該構造物被塗敷，絕緣材料應與防蝕層和導線絕緣相容。
3. 安裝導線應留有鬆弛裕量，並應避免損壞絕緣。

4.5.3.9 絕緣裝置：應進行檢查和電測量以確保電絕緣裝置是有效的。

#### 4.5.4 系統的試運轉

4.5.4.1 應根據初始設計參數給儲槽的陰極防蝕系統通電，主要專案有：

- 1.設計準則；
- 2.陰極防蝕設備的位置；
- 3.試驗設施的類型；
- 4.安裝的陰極防蝕的類型；
- 5.附近的外部構造物。

4.5.4.2 任何強制電流陰極防蝕系統通電之前，應通知鄰近設施和管線單位。

4.5.4.3 在陰極防蝕系統通電之前，應收集資料和資訊，基本項目包括：

- 1.儲槽/土壤電位；
- 2.管線/土壤電位；
- 3.絕緣體的絕緣；
- 4.外部構造物/土壤電位；
- 5.永久參考電極。

4.5.4.4 系統通電之前，應確認關於陰極防蝕裝置和硬體的下列詳細資料：

- 1.陽極的位置；
- 2.強制電流源的等級；
- 3.試驗設備的位置；
- 4.陰極防蝕系統負極的位置。

4.5.4.5 所有的初始基礎資料應備案，並且將記錄保持到系統的壽命為止。任何偏離設計或施工檔的內容都應標注，並包含在最初的基礎資料中。

4.5.4.6 電流調整

- 1 陰極防蝕系統的確切運轉水準可透過在各種運轉水準上進行的一系列試驗來確定。特定的運轉水準取決於地下儲槽系統所用的陰極防蝕準則。



2 當調節陰極防蝕系統的電流輸出時，必須考慮雜散電流對鄰近構造物的影響，如：

- (1)與儲槽系統分開的管線或高阻裝置；
- (2)地下的電力設施；
- (3)地下的消防管線系統；
- (4)地下的水管線系統；
- (5)其他鄰近的儲槽系統；
- (6)為儲槽所在工廠服務的市政或公共設施構造物

#### 4.5.4.7 試驗

- 1.應設定陰極防蝕系統最終運轉標準，滿足適當的陰極防蝕準則。
- 2.所有的運轉參數檔，如最初的基礎設計資料，施工圖，運轉電流、試驗設施的位置，監測位置，設備手冊、地下水位等應在系統通電後完成。
- 3.所有合適的電參數應記錄並存檔以備往後參考。

#### 4.5.5 記錄

##### 4.5.5.1 儲槽系統資料應包括如下：

- 1.尺寸和容量；
- 2.管線系統的佈局；
- 3.安裝時間；
- 4.挖掘的類型和安裝的詳細資料；
- 5.儲槽系統運轉和維修的歷史記錄；
- 6.腐蝕系統的歷史記錄和運轉記錄；
- 7.所儲存的產品。

##### 4.5.5.2 陰極防蝕系統的安裝和設計的全部資料應包括：

- 1.電源容量；
- 2.陽極的數量和位置；
- 3.陽極材料和設計壽命；
- 4.陽極安裝的詳細資料；
- 5.永久參考電極的類型、數量和位置；
- 6.通電的日期和初始電流和電壓；
- 7.構造物/土壤電位測量結果；
- 8.所列的組件連續性試驗結果；

9.經核准的最終陰極防蝕系統設計計算書及施工圖；

10.經核准的最終委託報告。

#### 4.6 運轉和維護

4.6.1 總則：本章推薦維持地下儲槽陰極防蝕系統連續、有效地運轉的程序和方法。

4.6.1.1 為了確定按照準則建立起的陰極防蝕系統，每個部分都正常地運轉，有必要進行電測量和檢查。

4.6.1.2 隨著時間的進行，影響保護的條件易發生變化。為了維持保護要求，陰極防蝕系統應相應地變化。

4.6.1.3 為了檢測陰極防蝕系統的變化，有必要定期進行測量和檢查。在某些情況下(外來干擾發生)，試驗和檢測比本標準推薦的要更頻繁。

4.6.1.4 在選擇用於確定陰極防蝕適當性的電位測量位置、數量和類型時應故定。

#### 4.6.2 維護調查

4.6.2.1 在每個陰極防蝕系統通電後應進行調查以確定它是否滿足適用的準則和有效地運轉。

#### 4.6.2.2 監測

1. 所有的腐蝕控制系統應按照 NACE TM 0101 進行監測以確保如設計那樣的有效運轉。該系統在安裝後和每當在該構造物的區域內進行施工或維護時，都應進行試驗以符合其有效性。

2. 每年應對現場安裝的犧牲和強制電流陰極防蝕系統進行測試。

3. 工廠安裝的陰極防蝕系統如果是按照認可的標準或法規製造，應按照不超過三年的間隔時間進行測試。

4.6.2.3 應按如下內容進行陰極防蝕系統的檢查、調查和試驗，以確保其有效性和正確的運轉和維護。

1. 強制電流的所有電源應按不超過兩個月的間隔定期檢查。正常功能的資料可以是電流輸出、正常的能量損耗、或其他顯示正常運轉的數據資料。

2. 應每年檢查所有強制電流陰極防蝕設施，檢查宜包括電短路、接地、儀錶精確性、效率和電路電阻，作為預防維護項目的一部分。在定期檢查期間必須評估絕緣裝置和連接接頭的有效性，可以利用現場檢查或評價腐蝕試驗資料來達到。

4.6.2.4 用於獲得電學參數的儀器設備，應具有適當的型號；儀器和相關的設備

應維持在良好的運轉狀態，並且每年應校準。

4.6.3 目視檢查：如果地下儲槽或系統的任何部位發現沒有包覆的話，必須對腐蝕的痕跡和防蝕層的變質進行直觀檢查。為了確保對地下儲槽的連續保護，宜進行必要的維修。

4.6.4 當按照適用準則(見 4.3 節)定期試驗和檢查，顯示保護已不再足夠的時候，應採取補救措施。這些措施包括：

4.6.4.1 陰極防蝕系統的維修、替換或調整。

4.6.4.2 當需要額外的保護時，提供附加設施。

4.6.4.3 連續性以及干擾接頭的維修、替換或調整。

4.6.4.4 消除意外的金屬接觸。

4.6.4.5 有缺陷的絕緣裝置的維修。

4.6.5 記錄

4.6.5.1 在系統的壽命期內，業主應保留陰極防蝕系統的所有記錄。

4.6.5.2 為了證明已滿足陰極防蝕適用的準則，應保留調查、檢查和試驗的記錄。

4.6.5.3 相對於腐蝕控制設施的維護，應記錄下列資訊：

1 陰極防蝕設施的維護。

(1) 整流器和其他直流電源的維修。

(2) 陽極、連接和電纜的維修或替換。

2. 防蝕層、絕緣裝置、試驗導線和其他試驗設施的維護、修理和替換。

4.6.5.4 為證明腐蝕控制效果，應在設施實際使用期內保留記錄。其他相關的腐蝕控制記錄建議保留一段時間以滿足個別公司的需要。

## 5、雜散電流干擾防治篇

### 5.1 電流的干擾種類

加油站電流干擾的種類包括：靜電、雷電、漏電、雜散電流。這些電流在加油站出現輕者造成油槽、管線發生腐蝕，重者發生火災、爆炸及人員傷亡。

5.1.1 靜電：油槽內靜電荷大部分產生於進槽前的輸送系統，積聚和火災危險則主要在可形成爆炸性混合氣體的儲槽油灌車中。如果把已帶有電荷的油品裝入儲槽，當油品從油管內高速噴出時，將因發生液體分離而產生電荷；當油品衝擊到槽壁造成噴濺飛沫而亦產生部分靜電，若電荷不能迅速排泄掉並積聚起來，將使油面產生一個較高的電位，此時若油面上部空間有達到爆炸極限條件的混合氣體，那就十分危險。

5.1.2 雷電：台灣地區屬於落雷頻繁的區域，尤其是南部地區落雷次數最多，一年平均可達 2 萬次左右。落雷除了可造成人員的傷亡外，對電器設備的損壞更是時有所聞，近年來即曾發生過多起加油站遭受雷擊而導致電腦設備當機或損毀的案例，造成業者極大的損失。目前許多加油站都已設置避雷系統，卻仍無法避免雷擊所帶來的損失，究其原因，多為避雷系統設計不當所造成。

5.1.3 漏電：主要發生在加油站使用的電力系統，測量電氣系統的輸入、輸出端的電流，當無任何故障時，其流入及流出的相量和為零。當系統發生故障時，則這個電氣系統有電流漏出，測量電氣系統的輸入、輸出端的相量和不為零，也就是有剩餘電流，這些剩餘電流量就是漏電電流，它透過金屬導體流進大地，大部分的漏電電流在觸及接地時均是鬆散性接觸，極易引起電弧，電弧溫度均在幾百度至幾千度之間，直接造成接觸點金屬熔毀。當漏電是由相線觸及接地時，此時若接觸點接觸良好則漏電電流由金屬導體流至大地，金屬導體發生腐蝕。若漏電設備無接地時，當人員碰觸時由人體導入大地可能造成人員的傷亡。

5.1.4 雜散電流：雜散電流係指不沿原設計路線流通，而由其它路徑流通之電流。此電流可由水或土壤環境流入結構物，或相反方向流動。當雜散電流直接或經電解質流入地下結構物，並於結構物之某處直接或透過電解質再流回原路線時，將於地下結構物電流流出之處產生電化學腐蝕(簡稱電蝕)，導致金屬結構(如：鋼筋、管線、儲槽)之腐蝕損耗，影響結構物之安全，並造成地下管線、儲槽之穿孔洩漏，污染環境甚或引發火災。

5.1.4.1 直流雜散電流：陰極保護整流器、電鉸機、直流電氣化運輸系統(捷運)。

5.1.4.2 交流雜散電流：交流電力系統和交流電氣化鐵路系統(臺鐵、高鐵)。

## 5.2 電流干擾的防護

### 5.2.1 加油站防靜電措施

#### 5.2.1.1 製程控制

- 1.控制油槽車卸油方式。如果加油站油槽是從頂部敞口噴濺卸油，油品必然衝擊槽壁，攪動槽內油品，同時加速油品蒸發、霧化，使容器內油品的靜電量急劇增加。因此要求加油站必須密閉卸油，即進油管應距離油槽槽底不大於 0.2m，以減少靜電量的產生。
- 2.增設密閉油氣回收系統。由於在加油或卸油過程中，油蒸氣從油箱或油槽通氣孔大量湧出，與空氣混合後形成爆炸性混合氣體。增設密閉回收系統，在加油時油箱溢出的油蒸氣將被真空泵吸入至油槽；在卸油時從油槽呼吸管呼出的油蒸氣將進入油槽車。這樣加油站的爆炸性混合氣體將大大減少，從而減少火災爆炸事故的發生。

#### 5.2.1.2 靜電接地

靜電接地是指將儲槽、管線及其他設備通過金屬導線和接地體與大地聯通而形成等電位，並有最小電阻值。加油站中的爆炸危險場所和火災危險場所內的所有裝置都需要靜電接地，但當金屬體與防雷保護接地系統連接時，就不需要另做靜電接地。加油站的靜電接地應符合以下要求：

- 1.地上或管溝敷設的輸油和輸氣管線的始端、末端和分支處應設防靜電和防感應雷接地裝置。
- 2.加油站的油罐車、加油機、加氣槍均應作靜電接地，靜電連接線應為截面不小於  $6\text{mm}^2$  的軟銅線，接地電阻不大於  $10\Omega$ 。卸油場地應設用於油罐車卸油時用的防靜電接地。
- 3.油槽進行裝卸油業時，槽內油品會產生靜電，靜電會積聚到浮盤上，此時浮盤應與槽體作電器連接，否則，容易產生靜電火花發生火災事故。
- 4.油槽汽車在裝卸過程中應用專用的接地導線、夾子和接地端子將油槽和裝卸設備相連。卸油場地應設有防靜電接地裝置。
- 5.在爆炸危險區域內的輸油、輸氣管線的法蘭接頭、膠管兩端、閥門等連接處應用金屬線跨接。

#### 5.2.1.3 限制作業條件

為了避開油面最大靜電電位，防止靜電事故的發生，對剛接卸油槽和運輸後的油罐車進行人工檢測時，油品需要靜置一段時間，以保證容器內靜電荷的洩漏。按照油品的電導率和容器容積規定槽車需靜置 15min 方可進行計量檢測，因此，在油槽及油槽車的靜置時間內，嚴禁人工進行檢尺、測溫、採樣等作業。

#### 5.2.1.4 人體的防靜電

加油站、加氣站或合建站，員工在爆炸危險場所頻繁作業和接觸設備，可能由於帶電會造成事故。人體由於自身活動和與帶電體接觸產生靜電帶電。人體穿著的內外衣，由於材料不同，在穿、脫情況所產生的靜電也有差異。人體穿著的內外衣為化纖織品或毛織品產生的靜電最高，在穿脫時形成的藍色火花，即放電可能引燃引爆爆炸性混合氣體的機遇較多。因此，加油、加氣員應避免穿化纖衣服。應穿著防靜電服，或棉織品的衣服；在加油站勿用化纖和絲綢類紗布去擦試加油機、油槽口、量油口等；在爆炸危險場所設置座椅，也勿選用人造皮革或化纖類座墊之座椅；在爆炸危險場所，工作人員嚴禁穿脫衣服，不得梳頭、拍打衣服。

### 5.2.2 加油站防雷措施

加油站避雷系統基本設計如圖 9 及圖 10 所示，但設備規範與設計應遵守 95 年 11 月 30 日修正公告之「建築技術規則」建築設備編中之規定。

5.2.2.1 營業站屋高度在 3m 以上，且屋內有儲存油品者應設置避雷系統。

5.2.2.2 避雷針針尖與受保護地面周邊所形成之圓錐體為避雷針之保護範圍，而此圓錐體之頂角之一半即謂保護角，營業站屋之保護角不得超過四十五度。

5.2.2.3 避雷針之突針應用直徑 12cm 以上之銅棒製成，尖端成圓錐體，如附近有腐蝕性氣體，則銅棒外部應鍍錫。突針之尖端在裝置完成後不得低於被保護物 25cm 以下。

5.2.2.4 避雷針主體所有電子、電機原件必須包覆在 SUS 316 不鏽鋼外殼或其他國家至少相同等級材質內，以達到耐潮、耐酸鹼及耐惡劣氣候。

5.2.2.5 避雷針之支持棒可使用銅管或鐵管，使用銅管時長度在 1m 以下者，應使用外徑 25cm 以上，管壁厚度 1.5cm 以上者；超過 1m 者須用外徑 31cm 以上，管壁厚度 2cm 以上者；使用鐵管時應使用管徑 25cm 以上，管壁厚

- 度 3cm 以上者，並不得將導線穿入管內。
- 5.2.2.6 應使用斷面積  $30\text{cm}^2$  以上之銅導線，如導線裝置之地點有被外物碰傷之虞時，應使用硬質塑膠管或非磁性金屬管保護之。
- 5.2.2.7 避雷導線須與電力線、電話線、瓦斯管、輸油管離開 1m 以上，但避雷導線與電力線、電話線、瓦斯管、輸油管間有靜電隔離者，不在此限。
- 5.2.2.8 距離避雷導線在 1m 以內之金屬落水管、鐵樓梯、自來水管等應用  $14\text{cm}^2$  以上之銅線予以接地。
- 5.2.2.9 避雷針導線應至少設置二條以上，如建築物外周長超過 100m，每超過 50m 應增裝一條，其超過部份不足 50m 者得不計，並應使各接地導線相互間之距離儘量平均。
- 5.2.2.10 若採用個別接地，接地體須用厚度 1.4cm 以上之銅板，其大小不得小於  $0.35\text{m}^2$ ，或使用 2.4m 長 19cm 直徑之鋼心包銅接地棒二支以上。接地電極之埋設深度應在地面下 3m 以上或地下水位以下。一個接地導線引下至二個電極時，二個電極之間隔應在 2m 以上。
- 5.2.2.11 導線應儘量避免連接，導線之連接須以銅銲或銀銲，不得僅以螺絲連接。
- 5.2.2.12 接地導線儘量取直，導線若轉彎時其彎曲半徑須在 20cm 以上。
- 5.2.2.13 導線每隔 2m 須用適當之固定器固定於建築物上。
- 5.2.2.14 不適宜裝設突針之地點，得使用與避雷導線相同斷面之裸銅線架空以代替突針，其保護角應依上述第 2 條之規定。
- 5.2.2.15 鋼架構造之建築，直立鋼骨之斷面積大於  $300\text{cm}^2$  以上，或鋼筋混凝土建築，而直立主鋼筋均用瓦斯壓接連接其總面積在  $300\text{cm}^2$  以上時，且在底部用  $30\text{cm}^2$  以上接地線按上述第 10 條之規定接地時，可以鋼架或鋼筋代替避雷導線。
- 5.2.2.16 避雷針必須符合 NFC 17-102 規範及其他一般規定。
- 5.2.2.17 避雷針必須經相關實驗室測試合格。
- 5.2.2.18 避雷針完全依靠大自然的電磁波能量，且不需依賴外來電源。
- 5.2.2.19 避雷針若為在歐、美原廠製造及全新品原裝進口，代理商必須出具原廠

測試報告及一年保固等資料。

5.2.2.20 接地導體周圍 1m 內金屬設施應加以接地，通訊及其他電氣線路應遠離 5m 以上。

5.2.2.21 避雷針應裝置於全區保護範圍內之最高點，若有他設備(如天線，冷卻水塔或金屬設施等)，避雷針主體部份皆須比其他設備高出至少 2m 以上。

5.2.2.22 避雷系統之總接地電阻應在  $4\Omega$  以下。

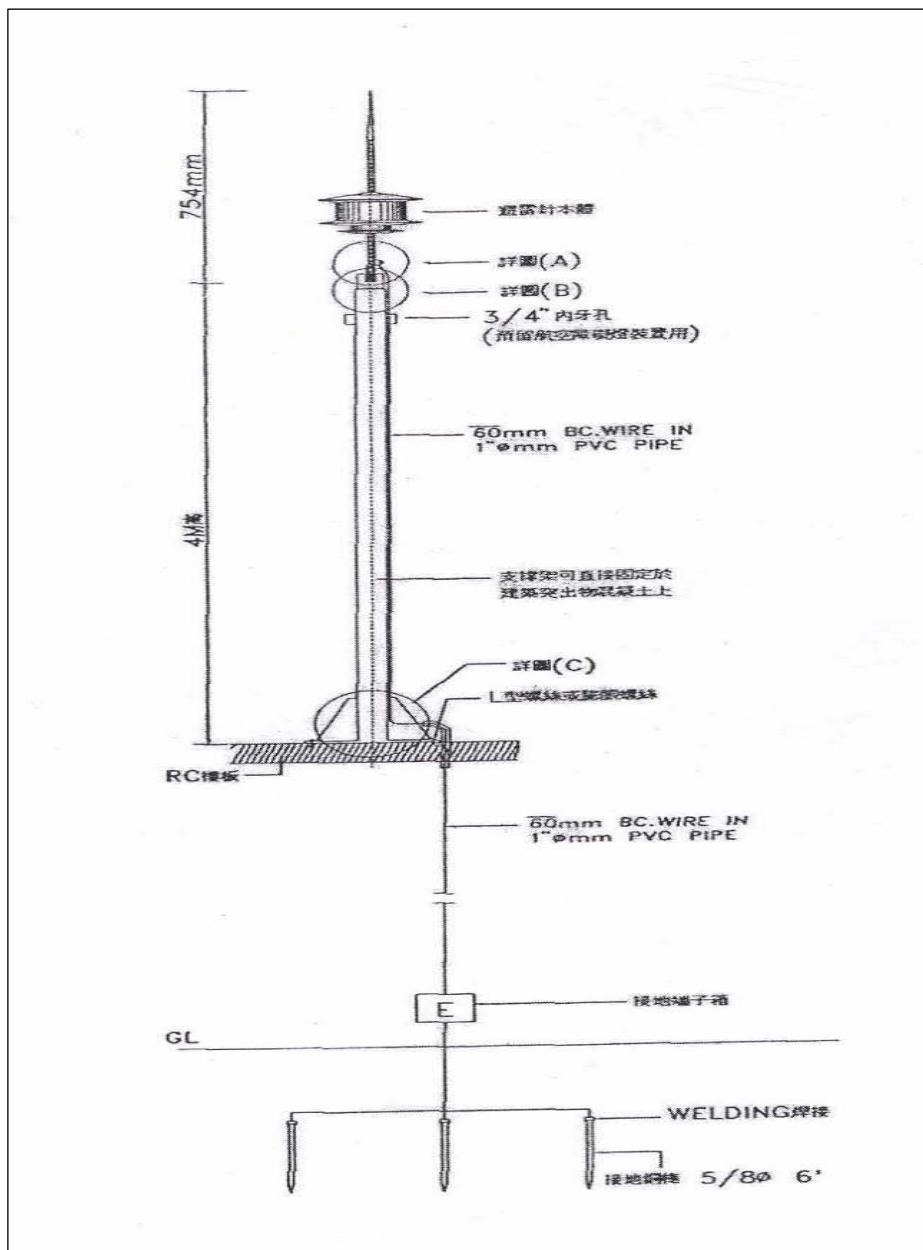


圖 9 避雷設施設計圖



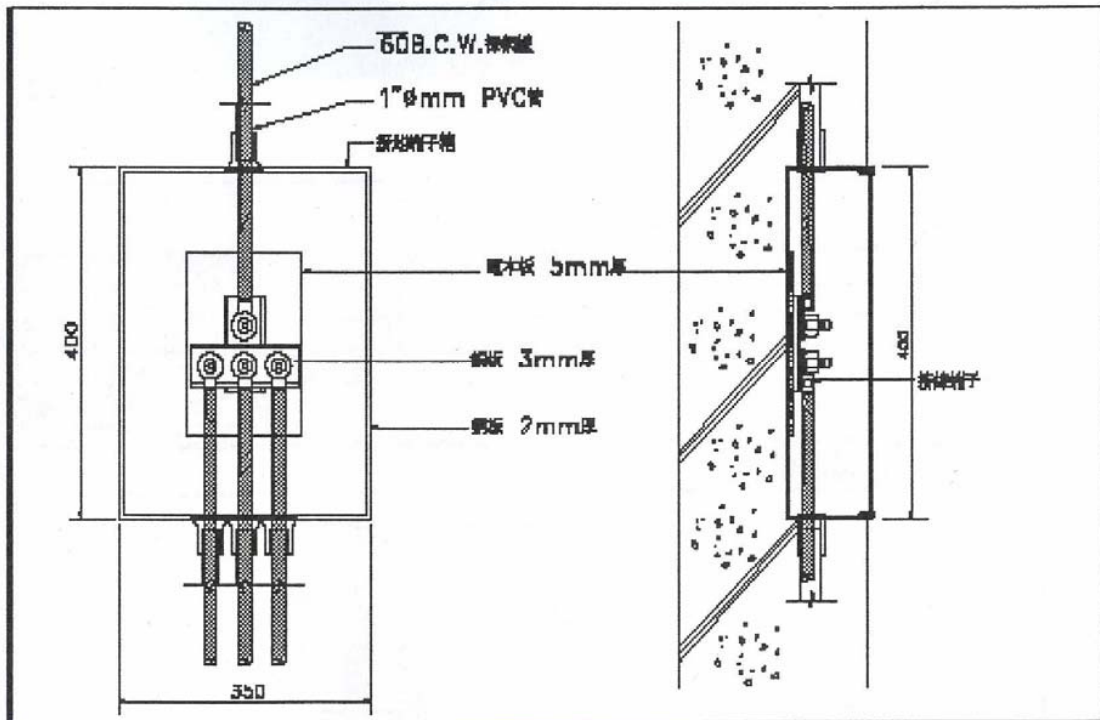


圖 10 避雷設施接地電阻量測箱設計圖

### 5.2.3 雜散電流干擾的檢測

#### 5.2.3.1 雜散電流干擾嚴重性取決於如下因素

1. 被影響的結構物和干擾源的距離;
2. 雜散電流密度的大小;
3. 外防蝕層的質量，或結構物上被覆層;
4. 高電阻機械接頭的存在和位置。

#### 5.2.3.2 雜散電流干擾的檢測

1. 在腐蝕控制調查期間，工作人員應時刻警惕可能來自外部的干擾，並進行電學的和物理學的觀察，例如：
  - (1) 由於外部電流源導致被影響結構物的管地電位的變化;
  - (2) 由於外部直流電源導致管線電流的數量和方向的變化;
  - (3) 靠近或緊鄰外部結構物區域的局部點蝕;
  - (4) 靠近陽極地床或其他雜散電流源的局部區域保護覆蓋層的損壞。
2. 在可能存在干擾電流的區域，應進行適當的測試。下列測試法可以單獨或聯合使用：
  - (1) 用記錄儀或指示儀器測量結構物對電解質電位;

- (2)用記錄儀器或指示儀器測量結構物上的電流;
- 3.繪製曲線確定被影響結構物排除最大電流的區域。
- 4.測量可疑的干擾源電流輸出變化及電流來源方向的相關性。

#### 5.2.4 雜散電流干擾腐蝕的控制

##### 5.2.4.1 直流雜散電流干擾

###### 1 直流雜散電流干擾的判斷

- (1) 處於直流電氣化的鐵路、陰極防蝕系統及其它直流干擾源附近的管線，其任意點上的電位較該點自然電位偏移 20mV 或管線臨近土壤中直流地電位梯度大於 0.5mV/m 時，可確定為該管線存在直流干擾。
- (2) 可採用土壤電位梯度，按表 16 中所列的指標判斷直流電干擾腐蝕的程度。
- (3) 當管線上任意點管地電位較該點自然電位正向偏移 100mV，或者該點管線臨近土壤直流地電位梯度大於 2.5mV 時應採取防護措施。

###### 2 直流雜散電流干擾的防護應以排流保護為主、綜合治理共同防護的原則進行。

- (1) 排流保護是直流干擾保護的主要方法，應根據干擾程度、狀態，干擾源與管線位置關係，場地環境等條件選擇直流排流、極性排流、強制排流、接地排流等保護方式。
- (2) 綜合治理的要點如下：
  - a. 干擾源側應採取措施，減少漏泄電流數量，使其對外部系統的干擾降至最小。
  - b. 在受干擾的儲槽、管線系統中，適當、合理地裝設絕緣法蘭，以減少或解決干擾問題。
  - c. 電連接（包括串入可調電阻）可以調整或改變管線內干擾電流流向分佈，有助於排流效果提高。
  - d. 防蝕層修理和加強，可限制流入或流出管線的干擾電流，有利於緩解干擾和提高排流保護效果。
  - e. 改變預定的管線走向或陰極防蝕陽極地床的位置。
  - f. 調節陰極防蝕電流的輸出，或採用犧牲陽極代替外加電流陰極防蝕。
  - g. 設置遮罩柵極或電場遮罩，有助於改變雜散電流流向和流入被干擾體

的數量。

- (3) 處於同一干擾區域的不同產權歸屬的地下管線或地下電力、通信等纜線，應當在相互協商基礎上，納入共同的干擾保護系統，實施共同保護，以避免在獨立進行干擾保護中形成相互間的再生干擾。

3 直流雜散電流干擾保護應達到以下要求：

- (1) 受干擾影響的管線的管對地電位恢復到未受干擾前的狀態。  
 (2) 實施排流保護時，其排流效果應達到表 17 所列指標的要求。

表 16 直流雜散電流干擾程度判斷指標

雜散電流程度	小	中	大
土壤電位梯度	<0.5 mV	0.5 mV~5.0 mV	>5.0 mV
管對地電位偏移	<20mV	20 mV ~100 mV	100mV

表 17 直流排流保護效果評定指標

排流類型	干擾時管對地電位 (V)	正電位平均下降值比* (%)
直接向干擾源排流 (直接、極性、強制排流)	>10	>95
	10~5	>90
	<5	>85
間接向干擾源排流 (接地排流方式)	>10	>90
	10~5	>85
	<5	>80

\*註：(排流前電位 - 排流後電位) ÷ 排流前電位 × 100%

### 3.2.4.2 交流雜散電流電干擾

- 1 交流電對地下管線腐蝕程度，可採用管線交流電干擾電位按表 18 中所列的指標進行判定。  
 2 受交流電干擾的地下管線，排流後應達到表 19 規定的指標。  
 3 交流電力系統各種接地設備與地下管線之間的水準距離不應小於表 20 的規定。

表 18 管線交流電干擾判斷指標

土壤類別	嚴重性程度(級別)		
	弱	中	強
	判斷指標(V)		
鹼性土壤	<5	5~10	>10
中性土壤	<4	4~7.5	>7.5
酸性土壤	<3	3~5	>5

表 19 交流電排流保護效果評估指標

土壤類別	酸性	中性	鹼性
排流後電位(V)	<3	<4	<5

表 20 儲槽、管線與交流接地體的安全距離

接地形式	電力等級(KV)			
	10	35	110	220
	安全距離(m)			
臨時接地	0.5	1.0	3.0	5.0
鐵塔或電桿接地	1.0	3.0	5.0	10.0
變電站接地	5.0	10.0	15.0	30.0

### 5.3 共同接地系統

接地的作用分為兩類，一個為保護人員和設備不受損害叫保護接地；另一個為保障設備的正常運行的叫工作接地。加油站接地工程設計施工，考慮各種要求，並不需要將每種“接地”獨立開來。相反，除了有接地電信號抗干擾、設備本身專門要求等特殊原因之外，建議儘量採用聯合接地的方式。

#### 5.3.1 保護性接地

5.3.1.1 防電擊接地：為了防止電氣設備絕緣損壞或產生漏電流時，使平時不帶電的外露導電部分帶電而導致電擊，將設備的外露導電部分接地，稱為防電擊接地。

- 5.3.1.2 防雷接地：將雷電導入大地，防止雷電流使人身受到電擊或財產損失。
- 5.3.1.3 防靜電接地：將靜電荷引入大地，防止由於靜電積聚對人體和設備造成危害。特別是目前電子設備中積體電路用得很多，而積體電路容易受到靜電作用產生故障，接地後可防止積體電路的損壞。
- 5.3.1.4 防電蝕接地：地下埋設金屬體作為犧牲陽極，以防止電纜、金屬管線等受到電蝕。
- 5.3.2 加油站的防雷接地、防靜電接地、電氣設備的工作接地、保護接地及資訊系統的接地等宜共用接地裝置，其接地電阻值應不大於  $4\Omega$ 。
- 5.3.3 接地極接地電阻值應符合設計要求，接地極一般有環形、星形、直線形、射線形、柵格形等形狀，宜根據極址地形、地質、水文、交通狀況等條件，從施工方便、技術經濟合理兩方面來確定原則。
- 5.3.4 接地極埋深應大於 1m，盡可能埋設於地下水位以下，直流接地極根據電腐蝕損耗率計算的材料用量必須有 50%~100% 的設計裕度。
- 5.3.5 接地電極材料：直流接地極材料選擇的基本原則是：來源廣泛；加工方便；良好的導電性；耐電腐蝕性強；腐蝕生成物無毒，不污染環境；經濟性好；使用壽命長。
- 5.3.6 接地電極回填料：陸地接地極的金屬導體需用活性材料充填，以減少其腐蝕，延長其壽命。回填的活性材料一般是焦炭，主要是石油焦炭。其技術條件如下：炭 > 92%；硫 < 1%；灰分 < 1%；揮發物 < 0.2%；其他礦物質 < 0.5%；電阻率 <  $0.2\Omega \cdot \text{cm}$ 。
- 5.3.7 金屬油槽必須做環型排流，排流點不應少於兩處，接地體距槽體的距離應大於 3m，油槽的呼吸閥、阻火器、量油孔、人孔、等金屬附件必須保持等電位連接。
- 5.3.8 加油站每個油槽須有兩組接地導線，必須將接地引線接至地面上極化電池接線箱，連接端子露出地面，以便進行檢測。
- 5.3.9 輸油管線的始、末端和分支處均應設置接地引線接至極化電池接線箱，接地引線線徑不小於  $16\text{mm}^2$ ，材質可選用多股銅絞線。管線有法蘭連接時，法蘭必須構成電氣通路，其法蘭之間的電阻值不大於  $0.03\Omega$ ，否則必須做跨接電連通。
- 5.3.10 加油站罩棚及站房房頂的看板等金屬物應與避雷針相連，金屬頂罩棚其金屬物件應通過柱筋或鋪設扁鋼與接地裝置相連，為使雷電流分多路引導泄入大地，降低雷電在附近導體或電線上的感應電勢或電流，每個柱子都可作為引下線，

但至少不少於兩根引下線，距地面合適位置(0.3~0.8m 之間)設置端子接線箱，引下線連接端子在端子接線箱與接地系統連接，端子接線箱其外部包裹塑鋼板以防積聚靜電。

5.3.11 加油站油灌車卸車時，發生靜電起火，引起燃燒、爆炸事故時有發生，應該是加油站安全監控重點，因此接地裝置是否可靠十分重要。

5.3.12 所有防雷防靜電接地引下線須設連接端子，接地連接端子須暴露在明處，不應埋入水泥、沙子中或地下，連接端子須用螺栓連接並加防鬆墊片固定。接地應採用並聯方式，即每一設備應用單獨的接地線與接地體端子或接地幹線連接。連接端子與接地線不應水平放置在地面上，連接端子距地面高度為 0.3~0.8m 之間，連接端子的接觸電阻值不大於  $0.03\Omega$ 。

5.3.13 為防電擊，供配電系統要重複接地，與電箱、發電機機座、加油機等設備都要實行保護接地，與接地裝置可靠相連在一起形成等電位。

5.3.14 測量接地電阻的基本步驟：

(a)檢查、校驗儀器。

(b)用可燃氣體報警儀檢查測試場所是否存在可燃氣體，確定現場沒有其他危險爆炸物品。

(c)確認被測設備處於靜置狀態。

(d)測量各連接端子的接觸電阻。

(e)用防爆工具打開所有連接端子，用接地電阻測試儀進行接地電阻測量，在不同方向至少測量 2 次，取其算術平均值為該點的接地電阻值。

(f)所有各點測試完畢後，恢復連接端子，測試恢復後連接端子的接觸電阻值，如果大於  $0.03\Omega$ . 需進行處理(使用導電膏等)，使連接端子接觸電阻小於  $0.03\Omega$ 。

(g)記錄測試情況及資料。