

石油管線風險項目比重初稿

撰寫人：李信賢

一、石油管線風險地圖使用目的與應用：

1. 目的：本工作項目的風險評估乃利用能源局管線查核資料進行管線風險評估讓能源局可得到那條管線的風險較高，其目的是：為使中央主管機關能瞭解並確實掌握石油管線風險處，以利於能源局可在大方向上掌握可能有問題疑慮(高風險，主要考量管線洩漏機率)的石油管線。

二、石油管線風險地圖管線範圍：

1. 台灣中油公司長途石油管線共 335 條，總長度約為 2536 公里。
2. 台塑石化公司長途石油管線共 5 條，總長度約為 893 公里。

三、石油管線風險地圖管線分段原則：

能源局查核資料的數據內容(危害指標的某項目數據有改變，如：是否有檢查 ILI、土壤腐蝕性、包覆材料、管線年份、工程活動區、土壤液化區…等)有變化處可作為管線分段之區分點。

四、石油管線風險地圖考量風險指標：

石油管線風險地圖共考量 4 風險指標如下表：

項目	評分方式	配分	得分
1. 第三方破壞因子			
1A. 活動程度	總比例 1. 高活動地區 該類地區具有下列一項或幾項狀況： DOT 第 3 類人口密度地區；高人口密度地區；建設活動頻繁的地區；鐵路及公路交通可能造成威脅的地區；管道附近有許多埋設於地下之其他公用設施地區；管道經過岸邊拋錨地區；鄰近海底管線挖掘地區；大量的直通電話或巡線報告(每周大於 2 次)；野生動物的頻繁破壞地區等。 2. 中等活動地區 該類地區具有下列一項或幾項情況： DOT 第 2 類人口密度地區；附近人口密度較低；無建設活動；很少量的直呼或巡線活動(每月小於 5 次)；附近地下埋設的公用設施很少；偶爾有野生動物破壞跡象等。	0~20 0 8	

	<p>3. 低活動區 該類地區具有下列全部情況： DOT 第 1 類人口密度地區；農村、田野等，人口密度很低，農作物耕種深度小於 0.35m 地區；幾乎沒有直通電話或巡線報告(每年小於 10 次)；該地區無日常的有害挖掘活動(凡農業機械不能挖深至管線覆蓋層 0.304m 以內的活動視為無害)。</p> <p>4. 無活動區 管線附近沒有任何挖掘活動或是其他有害第 3 方活動。</p>	15	
		20	
1B. 道路挖掘管理系統	<p>總比例(下列項次可累加計分，最佳者可達 15 分)</p> <p>1. 有法律規定的強制性</p> <p>2. 有效及可靠的紀錄證明</p> <p>3. 在社區廣泛宣傳並眾所周知</p> <p>4. 直通電話系統中心至少符合美國 ULCCA 標準(系統操作時數、記錄保存、通報處理方式、下班後之通報系統、適時之通報)</p> <p>5. 對收到的通報有適當處置</p> <p>6. 地圖與記錄</p>	0~15 6 2 2 2 5 4	
1C. 公眾教育	<p>總比例(下列項次可累加計分，最佳者可達 15 分)</p> <p>1. 郵寄宣傳資料</p> <p>2. 每年與政府官員會議 1 次</p> <p>3. 每年與地方營建商或開挖者會議 1 次</p> <p>4. 對社區有週期性的教育規劃</p> <p>5. 挨家挨戶地造訪臨近管線居民</p> <p>6. 郵寄資料給營建商或開挖者</p> <p>7. 每年在承包商/公共事務出版物刊登宣傳 1 次</p>	0~15 2 2 2 2 4 2 1	
1D. 巡管之頻率	<p>總比例</p> <p>●每日巡管：15分</p> <p>●每週巡管四天：12分</p> <p>●每週巡管三天：10分</p> <p>●每週巡管兩天：8分</p> <p>●每週巡管一次：6分</p> <p>●每月巡管多於一次、少於四次：4分</p> <p>●每月少於一次：2分</p> <p>●從不巡管：0分</p>	0~15	
2. 腐蝕因子			
2A. 其	1. 管線有保護套管(casing)者		

它	2. 管線有穿越箱涵者(改善進度?)																						
2B. 內部腐蝕	總比例	0~20																					
	1. 管線內容物腐蝕性 ● 強烈腐蝕性 ● 中等腐蝕性 ● 只在某些狀況下具有腐蝕性 ● 無腐蝕性	0~10 0 3 7 10																					
	2. 內部保護：採取下列措施之加分項目，最高加至10分： ● 無內部保護：0分 ● 有內部監測設施，例如安裝電子感測探頭(probe) 連續監測腐蝕程度或設置腐蝕試片於管線中，定期取出檢查，或是定期檢查某一「測試短管」(spool piece)之腐蝕狀況：2分 ● 設備有注入防蝕劑：4分 ● 無需防護：10分 ● 管內壁有被覆層：5分 ● 操作措施：系統中有排除腐蝕雜質成份之設計(例如：過濾、脫水、脫硫)：3分 ● 定期以清管器(Pigging)消除管內部逐漸腐蝕之雜質：3分	0~10																					
2C. 地下腐蝕	總比例	0~70																					
	1. 地下環境 a. 土壤腐蝕性：(表2C-1、表2C-2兩種計分方法) 土壤腐蝕性配分 = [土壤電阻率] + [pH值] + [土壤含水量] + [微生物腐蝕MIC] + [STATSGO 鋼鐵腐蝕]：15分 表2C-1、土壤腐蝕性之配分比例 <table border="1" data-bbox="368 1489 1142 1883"> <thead> <tr> <th>土壤特性</th> <th>相對權重(%)</th> <th>土壤特性配分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>土壤電阻率</td> <td>30%</td> <td>4.50 分</td> </tr> <tr> <td>pH 值</td> <td>25%</td> <td>3.75 分</td> </tr> <tr> <td>土壤含水量</td> <td>25%</td> <td>3.75 分</td> </tr> <tr> <td>微生物腐蝕(MIC)</td> <td>15%</td> <td>2.25 分</td> </tr> <tr> <td>STATSGO 鋼鐵腐蝕性等級</td> <td>5%</td> <td>0.75 分</td> </tr> <tr> <td>土壤腐蝕性總分</td> <td>100%</td> <td>15 分</td> </tr> </tbody> </table> 註：State Soil Geographic (STATSGO) soils data compiled by the Natural Resources Conservation Service of the U.S. Department of Agriculture.	土壤特性	相對權重(%)	土壤特性配分	土壤電阻率	30%	4.50 分	pH 值	25%	3.75 分	土壤含水量	25%	3.75 分	微生物腐蝕(MIC)	15%	2.25 分	STATSGO 鋼鐵腐蝕性等級	5%	0.75 分	土壤腐蝕性總分	100%	15 分	20
土壤特性	相對權重(%)	土壤特性配分																					
土壤電阻率	30%	4.50 分																					
pH 值	25%	3.75 分																					
土壤含水量	25%	3.75 分																					
微生物腐蝕(MIC)	15%	2.25 分																					
STATSGO 鋼鐵腐蝕性等級	5%	0.75 分																					
土壤腐蝕性總分	100%	15 分																					

表2C-2、僅使用土壤電阻率評估土壤腐蝕性

土壤電阻率 (Soil Resistivity)	土壤腐蝕性	腐蝕率 (mpy)	得分 %	土壤腐蝕性配 分
無相關環境腐蝕資料	高	-	0%	0分
低電阻率 ($<1,000$ ohm-cm)	高	12	0%	0分
中電阻率 ($1,000\sim 15,000$ ohm-cm)或具有中等腐蝕性	中	6	50%	7.5分
高電阻率：低腐蝕可能性 ($> 15,000$ ohm-cm且未顯示有腐蝕活性)	低	3	100%	15分

註：資料來源 ASME B31.8

b. 機械腐蝕(SCC、磨蝕)：5分

b1. 應力腐蝕開裂

若管線具備以下所有狀況，則其為高風險應力腐蝕開裂：

- (1)管線操作應力 $>60\%$ SMYS
- (2)管線操作溫度 $>38^{\circ}\text{C}$
- (3)管線距離壓縮站 <32 公里
- (4)管齡 >10 年
- (5)管線包覆為非熔結環氧粉末(FBE)系統

註：MAOP=Maximum allowable Operating Pressure(最大允許操作壓力)，
MYS=Specified Minimum Yield Strength(規定最小降伏強度)。

b2. 磨蝕(erosion)：高速及磨粒造成的侵蝕。

2. 陰極保護：

a. 有效性(effectiveness)：15分(表 2C-3)

註：Kent 對於陰極保護有效性的未列出配分方式，故沒有明確的評分方法，參考 Kent 2.0 版的類似方法制訂有效性評分如下。

25

CP 有效性=陰極保護電位標準評分+防蝕測試點量測
 評分×有效性權重+[6 -上次 CIPS 檢測至今的時
 間(年)]×有效性權重-CP 整流器異常狀況評分

表 2C-3 陰極保護電位標準評分

	陰極保護電位標準	配分
1	陰極保護電位檢測標準符合國 際標準(或 CNS 15993-1)	5
2	陰極保護電位檢測標準不符合 國際標準(或 CNS 15993-1)	0

防蝕測試點檢測評分=防蝕測試點設置狀況評分+防蝕
 測試點檢測週期評分

表 2C-4 防蝕測試點設置狀況評分表

	防蝕測試點設置狀況	配分
1	防蝕測試點的間距小於 1.6 公里、所 有的套管皆以防蝕測試點監測，以及 在管線的附近的埋地金屬和潛在干擾 源皆以防蝕測試點監測。	2
2	防蝕測試點的間距在 1.6~3.2 公里， 且與它方管線交錯處皆以防蝕測試點 監測，但不是所有的套管或附近埋地 金屬皆以防蝕測試點監測。	1
3	防蝕測試點的間距有時超過 3.2 公 里、不是所有的與它方管線交錯處皆 以防蝕測試點監測，或不是所有的套 管皆以防蝕測試點監測。	0

表 2C-5 防蝕測試點檢測週期評分表

	防蝕測試點檢測週期	配分
1	<6 個月	2
2	6~12 個月	1
3	>12 個月	0

表 2C-6 評定陰極防蝕有效性之權重

檢測數據來源 (檢測型態)	權重	有效性評分標準

	1	CIPS (極化量偏移)	55%(或可 用 100%)	其它檢測型態可做為極 化量偏移量測的一部 份。		
	2	CIPS (OFF 電位量 測)	50%	CP 瞬斷時量測管地電位 為 OFF 電位，此量測也 可得到 ON 電位量測的結 果。		
	3	CIPS (ON 電位量 測)	30%	CP 通電時量測管地電位 為 ON 電位。若其量測結 果符合陰極保護電位標 準，且為近期進行之檢 測。		
	4	防蝕測試點 (年度 ON 或 OFF 電位量 測)	1%	1%有效性評分可適用於 至下一防蝕測試點間距 一半距離之管段。因僅 在防蝕測試點(未做 CIPS)做管地電位量測， 故距防蝕測試點一段距 離以外管段之管地電位 狀況不明。		
			10%	再乘以「防蝕測試點調 整系數」。因僅在防蝕測 試點(未做 CIPS)做管地 電位量測，假設距防蝕 測試點距離愈遠之管地 電位狀況愈不明，故乘 以一與測點距離成反比 之「防蝕測試點調整系 數」。距測點 1.6 公里之 「防蝕測試點調整系 數」=100%，距測點 2.4 公里之「防蝕測試點調 整系數」=50%。		
5	CIPS 及防蝕 測試點	0%	陰極保護電位量測結果 不合格且未改善。			
<p>註：以上評分標準假設該管段管線全部有做 CIPS 檢 測且檢測異常處已改善完成或已進行排程處理。</p>						

表 2C-7 CP 整流器異常狀況評分表

	CP 整流器運作狀況	配分
1	CP 整流器運作皆正常	0
2	CP 整流器運作於年中有故障或數年中有累積中斷運作狀況	-6
3	CP 整流器運作於年中有故障或數年中有累積中斷運作狀況，但於 ILI 檢測或目視檢查後確認管線未有損傷狀況。	0

b. 潛在干擾：10 分

b1. AC 有關之干擾(3 分；潛在干擾的 20%)

- 管線周圍 305m 內無 AC 電源(如：台電電力線、台鐵、高鐵…等)：3 分
- 管線周圍有 AC 電源，但有保護措施：1~2 分
- 管線周圍有 AC 電源，但無保護措施：0 分

b2. 遮蔽效應(1 分)

- 勘察後證實無遮蔽物：0 分
- 管線有遮蔽物(例如：套管、擋土牆、管涵、地基、混凝土塗層、特定類型的土壤或岩石)：-1 分(負分)

b3. DC 有關之干擾(7 分)

- 管線周圍 152m 內無 DC 電源(如：地下捷運…等)或其它金屬造成之電流流動，使得保護電位不足：7 分
- 管線周圍有 DC 電源，但有保護措施：4~5 分
- 管線周圍有 DC 電源，但無保護措施：0 分

3. 包覆

a. 適用性(Fitness) :10 分

a1. 包覆性能(50%)

- 優良(5分)：完全適合此地下管線所處環境而設計之包覆。
- 中等(4分)：性能足夠，但不是為此環境而設計之包覆。
- 不良(1分)：已有包覆，但不適於此環境中長期使用。
- 欠缺(0分)：管線無包覆。

25

a2. 包覆施工(50%)

- 優良(5分)：採用詳細技術規格，對施作過程各方面皆仔細注意。有適當的品質控制系統進行品管控制。
- 中等(4分)：可能有適當的包覆施工，但無正式的監督或品質控制。
- 不良(1分)：不仔細、低品質之包覆施工。
- 欠缺(0分)：包覆施作不正確，遺漏施工步驟，欠缺環境控制。

b. 包覆狀態(Condition)：15分

b1. 包覆檢測(50%)

- 優良(7分)：針對包覆劣化跡象進行專門且正規的徹底檢查(表2C-8)。由受過訓練的人員於適當的檢測週期(依據當地腐蝕潛勢)內進行包覆檢查。除了使用一種或多種間接技術外，還要充分利用目視檢查。
- 中等(5分)：非正規的檢查，但由合格人員進行定期檢查。或許使用了間接技術，但可能無法找出所有潛在問題。
- 不良(4分)：很少檢查包覆，發現有問題地方時才做檢查。有機會時才進行非正式的目視檢查。
- 欠缺(0分)：未做包覆檢查。

表2C-8 三種型態的包覆檢測

檢測	狀況	說明
目視檢查	一般情形	檢測人員需注意檢測異常處的起點與終點，量測損壞面積佔管線表面積的百分比。
	剝離損壞	與其它類型的損壞分開處理，因為此類的損害比其它損壞類型更難處理。
	距上一次檢查時間	檢測資料愈久遠可信度愈低
NDT 檢測	乾膜厚度對照設計厚度	測量剩餘包覆厚度

	現場包覆勘察	包覆覆蓋率和完整性的推斷測量
	漏電檢測 (holiday)-100V/mil 測試電壓強度	在開挖和目視檢查時直接測量包覆的完整性
	距上一次檢查時間	檢測資料愈久遠可信度愈低
DT 檢測	黏結性、耐磨性、抗沖擊性、抗剪切性	從現場切下的管材包覆樣品經測試獲得之包覆性能數據
	距上一次檢查時間	檢測資料愈久遠可信度愈低

註：包覆狀況也可利用陰極保護電流需求，以管線單位表面積所需的CP保護電流量計算，評估管線包覆的狀況。包覆狀況之評量可依表2C-9給分。

表2C-9 包覆狀況之定量量測

	陰極保護電流需求量	包覆狀況
1	0.0003 mA/ft ²	優良
2	0.003 mA/ft ²	中等
3	0.1 mA/ft ²	不良
4	1.0 mA/ft ²	欠缺

b2. 包覆修補(50%)

- 優良(8分)：包覆損壞狀況立刻記錄於文檔報告，並排入修補時程表以便及時修補。修補時依據適合的施工規範並依時程修補完成。
- 中等(5分)：包覆損壞狀況做非正式記錄且只在方便施作時才進行修補。
- 不良(3分)：包覆損壞並不一定有記錄或修補。
- 欠缺(1分)：很少或未注意包覆是否有損壞。

3. 設計因子(100)

3A. 管線安全係	總比例	0~35	
	1. 安全係數	35	
	a. 管子安全係數：		

數	<p>管厚比t=實際管厚/需求管厚： 安全係數評分$S=(t-1) \times 35$，或依下表：</p> <table border="1" data-bbox="488 286 1002 685"> <thead> <tr> <th>管厚比 t</th> <th>安全係數配分 S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><1.0</td> <td>-10(警告數值)</td> </tr> <tr> <td>1.0~1.1</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>1.11~1.20</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>1.21~1.40</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>1.41~1.60</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>1.61~1.80</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>>1.81</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>	管厚比 t	安全係數配分 S	<1.0	-10(警告數值)	1.0~1.1	3.5	1.11~1.20	7	1.21~1.40	14	1.41~1.60	21	1.61~1.80	28	>1.81	35		
管厚比 t	安全係數配分 S																		
<1.0	-10(警告數值)																		
1.0~1.1	3.5																		
1.11~1.20	7																		
1.21~1.40	14																		
1.41~1.60	21																		
1.61~1.80	28																		
>1.81	35																		
3B. 完整性驗證	<p>總比例(1, 2 取一種方案計算)</p> <p>1. 耐壓試驗完整性驗證 耐壓試驗完整性驗證評分=耐壓試驗配分 h+距上次耐壓試驗時間配分 t</p> <p>1a. 測試壓力與 MOP 比(H): 15 分 H=測試壓力/MOP 耐壓試驗配分 $h=(H-1) \times 30$，最高 15 分或依下表：</p> <table border="1" data-bbox="469 1021 1094 1267"> <thead> <tr> <th>測試壓力與 MOP 比 H</th> <th>耐壓試驗配分 h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$H < 1.10$</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$1.11 < H < 1.25$</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>$1.26 < H < 1.40$</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>$H > 1.41$</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <p>1b. 距上次耐壓試驗時間配分 t: 10 分 距上次耐壓試驗時間配分 $t=10$-距上次檢測時間 T(年)，最低 0 分或依下表：</p> <table border="1" data-bbox="373 1413 1153 1563"> <thead> <tr> <th>距上次測試壓力時間 T</th> <th>距上次耐壓試驗時間配分 t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 年前</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>11 年前</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	測試壓力與 MOP 比 H	耐壓試驗配分 h	$H < 1.10$	0	$1.11 < H < 1.25$	5	$1.26 < H < 1.40$	10	$H > 1.41$	15	距上次測試壓力時間 T	距上次耐壓試驗時間配分 t	4 年前	6	11 年前	0	0~25 25	
測試壓力與 MOP 比 H	耐壓試驗配分 h																		
$H < 1.10$	0																		
$1.11 < H < 1.25$	5																		
$1.26 < H < 1.40$	10																		
$H > 1.41$	15																		
距上次測試壓力時間 T	距上次耐壓試驗時間配分 t																		
4 年前	6																		
11 年前	0																		
	<p>2. ILI 檢測完整性驗證(Kent 3.0 說明不完整，可利用 ILI 檢測的直接證據對前面三項主要 index 的得分做修正)</p> <p>ILI 檢測完整性驗證評分=$30.625 \times (5-t)/5$，t 為距上次 ILI 檢測時間(假設 5 年後 ILI 檢測資料就不正確，故 t 不超過 5 年)，一般 ILI 檢測穩健性評分為 30.625 分的計算詳下表，若 ILI 檢測的穩健性與下表不同可重新再計算。</p> <p style="text-align: center;">ILI 檢測穩健性特性表</p>	25																	

失效模式/缺陷	缺陷 權重	配分	ILI 檢 測能力	開挖驗證	評分
(1)疲勞/裂紋/ERW 缺陷	10%	3.5	20%	20%	1.4
(2)腐蝕/金屬損失	30%	10.5	90%	5%	9.975
(3)第三方破壞/凹痕/刮痕	30%	10.5	95%	無需驗證	9.975
(4)製造缺陷/分層/氫鼓泡	5%	1.75	80%	無需驗證	1.4
(5)土層移動/失圓/挫曲	25%	8.75	90%	無需驗證	7.875
合計	100%	35			30.625
註：ILI 檢測穩健性=Σ[缺陷權重×ILI 最大配分×(ILI 檢測能力+開挖驗證能力)]					
3C. 土壤移動	總比例				0~15
	<p>1. 明顯(具損壞性)土壤移動的可能性：</p> <ul style="list-style-type: none"> ●高(0分)：該區域常見損壞性的土壤移動或其危害相當嚴重，管線位於斷層移動、滑坡、沉陷、潛移(creep)、凍脹等土壤移動區。或者位於土壤移動不是非常頻繁區域的剛性管線。或管線附近有活動地震斷層者。 ●中(5分)：可能發生損壞性的土壤移動但較為少見，或因管線埋深或其所處位置不太會容易受影響。該地區雖有符合土壤移動的地形和土壤類型，但無損壞紀錄。 ●低(10分)：土壤移動證據很少見。不太可能發生移動和損壞。無土壤移動造成結構損壞的紀錄。雖然在移動極為少見地區中，但所有的剛性管線應歸於此類。 ●無(15分)：無任何種類的證據顯示有土壤移動的威脅。 ●未知(0分)：對於未知的狀況，都應列為高風險狀態。 				
	<p>2. 減緩措施：參考 Kent 2.0 版的方法制訂減緩措施評分如下，本項評分最多加至 10 分。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●未採取減緩措施 ●至少每年監測一次 ●持續監測 ●應力消除 				(+10) +0 +1 +2 +3

4. 誤操作因子								
4 A. 操作	總比例	0~35						
	1. 作業程序書：(調整Kent原文) <p>相關作業程序書已書面化且涵蓋管線營運各項工作，並切實運用、定期檢討修訂。操作程序書包括：閥件檢查及維修、安全裝置檢查及校正、泵/壓縮機操作、管線啟停輸送、輸送流體之切換操作、路權(ROW)維護、流量計校正、儀器維護、安全裝置測試、變動資料管理(MOC)、巡管、勘察、腐蝕控制、控制室操作、上鎖與設備隔離、緊急應變…等等。</p> <p>●作業程序書包含範圍充分完整，且制定程序嚴謹。經常使用且放置於現場，管線人員熟悉相關作業程序：7分</p>	7						
	2. SCADA/通訊： <p>數據收集與監控 (Supervisory Control and Data Acquisition, 簡稱 SCADA)系統係指傳輸長途管線上許多位置之操作資料(包括壓力、流量、溫度、內容物成份)，可集中於一處監測，並可遙控現場之開關閥及泵等。有助於系統分析、洩漏偵測，最主要之作用為增進現場與控制中心雙方之合作及互相核對(cross-checking)，並藉自動化設備減少人為操作錯誤。</p> <p>●具備自動遙控監控系統 SCADA(SCADA 在 99.9%運作時間以上皆正常)可監測所有關鍵性操作，且制定關鍵性操作前現場與控制中心互相核對的機制者：3分</p> <p>●無(即雙方採用電話或無線電通訊但無 SCADA，無互相核對的機制)：0分</p>	3						
	5. 管線狀況調查與檢測(Surveys/Maps/records)： <p>●管線狀況調查與檢測包含範圍充份完整(包括：緊密電位量測、管線包覆狀況巡查、穿越水界面調查、以清管器檢查管線變形程度、人口密度調查、管線埋設深度調查、海管聲波檢測、熱影像檢測、洩漏偵測、空中巡管)，其結果已轉為圖資內容並紀錄於資料管理系統中。相關人員易於獲得其資料，使檢測結果得到最大效益：5分</p>	5						
6. 訓練： <p style="text-align: center;">人員培訓計畫評分表</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>培訓計畫評分項目</th> <th>配分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>有對應各項工作之人員資格要求表</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		培訓計畫評分項目	配分	1	有對應各項工作之人員資格要求表	2	10	
	培訓計畫評分項目	配分						
1	有對應各項工作之人員資格要求表	2						

	2	能力測驗	2			
	3	共同科目訓練內容，包括：	3			
		(1)內容物特性	0.5			
		(2)管線材質應力	0.5			
		(3)管線腐蝕	0.5			
		(4)控制與操作	0.5			
		(5)維護	0.5			
		(6)緊急應變演練	0.5			
	4	相關專業作業程序規定	2			
	5	定期再訓練和再測驗	1			
	7. 控制室防止人為失誤：(評分可以累加至最高 6 分) ● 操作程序之防呆關鍵鎖定(Key-lock sequence programs)：2 分 ● 電腦程序設計有自動保護，以防止誤動作：2 分			6		
4 B.	總比例			0~15		
維護	1. 維護作業已文件化： 設備維護作業之相關資料及記錄已文件檔案化並建立其文件管理系統。			2		
	2. 維護作業依排定時程進行： 基於過去操作歷史紀錄、政府法規及工業實務所進行之例行性的維修均包含在正式維護時程規劃內。			3		
	3. 維護作業已有工作指導書： 設備維護作業程序均已建立其工作指導書，且其工作指導書均附作業檢查表、文件版次修訂日期。並依照設備維護作業指導書進行維護工作。			10		
風險因子指數總和				0~400		
5. 洩漏影響係數(LIF)						
$LIF = PH \times LV \times D \times R$						
LIF：洩漏衝擊因子(Leak Impact Factor)						
PH：內容物危害性 (Product Hazard)						
LV：洩漏量 (Leak Volume)						
D：擴散因素 (Dispersion)						
R：敏感受體 (Receptors)						
5A. 內容物危害 (PH)	內容物危害性 PH = 急性危害(Nf+Nr+Nh)+慢性危害(RQ) (表 5A-1) 表 5A-1 常見流體之立即性危害與慢性危害對照表			0~22		
	流體產品	沸點°F	毒性 N _h	可燃性 N _f	反應性 N _r	慢性危害值

					(RQ)		
苯	176	2	3	0	8		
1、3-丁二烯	24	2	4	2	10		
丁烷	31	1	4	0	2		
一氧化碳	-314	2	4	0	2		
氯	-	3	0	0	8		
乙烷	-128	1	4	0	2		
乙醇	173	0	3	0	4		
乙苯	277	2	3	0	4		
乙烯	-155	1	4	2	2		
乙二醇	387	1	1	0	6		
燃料油 (1 ⁺ -6 ⁺)	304- 574	0	2	0	6		
汽油	100- 400	1	3	0	6		
氫	-422	0	4	0	0		
硫化氫	-76	3	4	0	6		
異丁烷	11	1	4	0	2		
異戊烷	82	1	4	0	6		
航空燃料油 A、A1	-	0	2	0	6		
航空燃料油 B	-	1	3	0	6		
煤油	304- 574	0	2	0	6		
甲烷	-259	1	4	0	2		
礦物油	680	0	1	0	6		
萘	424	2	2	0	6		
氮	-	0	0	0	0		
原油	-	1	3	0	6		
丙烷	-44	1	4	0	2		
丙烯	-53	1	4	1	2		
甲苯	231	2	3	0	4		
氯乙烯	7	2	4	1	10		
水	212	0	0	0	0		
5B. 擴	調整係數配分(C2-3)：(主要針對慢性危害，故用於液體						

散因素(D)	<p>管線效果較大)：配分0~1分。</p> <p>(a)洩漏偵測：檢視管線洩漏偵測系統，若具有降低液體管線50%洩漏後果能力，則可調整液體管線洩漏配分，即採用「調整係數」(C2-3)改變配分。</p> <p>(b)緊急應變：訂定緊急應變措施可以達到的目標(例如：降低50%洩漏後果)，經詳細檢視後若可達成預期效果，則可調整液體管線洩漏配分，即採用「調整係數」(C2-3)改變配分。</p> <p>(b1)洩漏控制措施</p> <p>(b2)洩漏區域之控制措施</p> <p>(b3)損失控制措施</p>																									
5C. 敏感受體(R)	<table border="1"> <tr> <td>敏感受體(R)</td> <td>2 (Max.)</td> <td>R=(D1+D2+D3)/10 (中油公式)</td> </tr> <tr> <td>D1. 人口密度</td> <td>10 (Max.)</td> <td>參考表 5D-1 及表 5D-2</td> </tr> <tr> <td>D2. 高價值區域 (High-Value Areas, HVA)</td> <td>5</td> <td>參考表 5D-3</td> </tr> <tr> <td>D3. 環境考量</td> <td>5</td> <td>參考表 5D-4</td> </tr> </table>	敏感受體(R)	2 (Max.)	R=(D1+D2+D3)/10 (中油公式)	D1. 人口密度	10 (Max.)	參考表 5D-1 及表 5D-2	D2. 高價值區域 (High-Value Areas, HVA)	5	參考表 5D-3	D3. 環境考量	5	參考表 5D-4													
敏感受體(R)	2 (Max.)	R=(D1+D2+D3)/10 (中油公式)																								
D1. 人口密度	10 (Max.)	參考表 5D-1 及表 5D-2																								
D2. 高價值區域 (High-Value Areas, HVA)	5	參考表 5D-3																								
D3. 環境考量	5	參考表 5D-4																								
表 5D-1 DOT 地區、建築物數分級與等效人口密度																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOT 地區分級</th> <th>1 英哩內之房屋數量</th> <th>1 英里內之人口數(估計值)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第 1 級</td> <td><10</td> <td><30</td> </tr> <tr> <td>第 2 級</td> <td>10-46</td> <td>30-150</td> </tr> <tr> <td>第 3 級</td> <td>>46 或常有人使用的之建物</td> <td>150-400</td> </tr> <tr> <td>第 4 級</td> <td>普遍都是多層樓建物的區域</td> <td>>400</td> </tr> </tbody> </table>						DOT 地區分級	1 英哩內之房屋數量	1 英里內之人口數(估計值)	第 1 級	<10	<30	第 2 級	10-46	30-150	第 3 級	>46 或常有人使用的之建物	150-400	第 4 級	普遍都是多層樓建物的區域	>400						
DOT 地區分級	1 英哩內之房屋數量	1 英里內之人口數(估計值)																								
第 1 級	<10	<30																								
第 2 級	10-46	30-150																								
第 3 級	>46 或常有人使用的之建物	150-400																								
第 4 級	普遍都是多層樓建物的區域	>400																								
表 5D-2 人口密度配分範例																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>人口類別</th> <th>DOT 等級</th> <th>人口評分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>特殊情況</td> <td></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>多層樓建物</td> <td>4</td> <td>8~9</td> </tr> <tr> <td>商業區</td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>市區住宅</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>郊區住宅</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>工業區</td> <td></td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						人口類別	DOT 等級	人口評分	特殊情況		10	多層樓建物	4	8~9	商業區		8	市區住宅		7	郊區住宅	3	6	工業區		5
人口類別	DOT 等級	人口評分																								
特殊情況		10																								
多層樓建物	4	8~9																								
商業區		8																								
市區住宅		7																								
郊區住宅	3	6																								
工業區		5																								

半農村地區	2	4
農村	1	2
非常偏僻地區		1

表 5D-3 高價值區域之配分表

高價值區域(HVA)	配分
無	0
學校	5
教堂	3.5
醫院	5
古蹟	2
墓地	2
繁忙海港	4
(主要)機場	5
(次要)機場	3
大學	5
工業中心	3.5
州際幹道	3
休閒地區/公園	2
特別農耕區	1
水處理區/水源	1
多樣性區域	5
其他	2

表 5D-4 環境考量因素配分表

環境敏感性類別	配分
瀕危物種棲息地或保育區；物種繁殖重要地點；瀕危物種個體高度集中區。	4.5
淡水沼澤和濕地；鹹水沼澤；紅樹林；易受影響的社區供水口（地表或地下進水口）；潛在損害非常嚴重者。	4.0
由於難以接近或難以進行全面性矯正措施，預期有顯著的額外損害；管線洩漏會導致嚴重危害者。	3.5
沿岸有碎石結構或者礫石灘；緩坡的礫石河岸。	3.0

	沙石混雜的海灘； 坡度平緩的沙帶礫石河岸； 會讓洩漏物擴散的地形（斜坡、土壤條件、水流 等）； 潛在損害較嚴重者。	2.5		
	粗粒度沙灘；砂石狀河中沙洲；坡度平緩的沙河 岸； 國家公園和森林。	2.0		
	細粒度的沙灘； 遭侵蝕的陡坡； 遭侵蝕的裸露 河岸； 預期難以施行矯正措施； 較一般狀況洩 漏擴散的機會更高。	1.5		
	岩床海蝕平台； 岩床河岸； 對環境破壞的潛在 影響略有增加。	1.0		
	海岸線是岩岸、懸崖或堤岸。	0.5		
	不會有環境異常的損害。	0		
	(註：上表的配分與 Kent 3.0 版不同，乘 5 倍。是否適用於氣體管線的配分?)			
相對風險分值=風險因子指數總和/洩漏影響係數				