

管線安全規範現況與發展方向 - 以美國為例

工研院材化所/昝世蓉

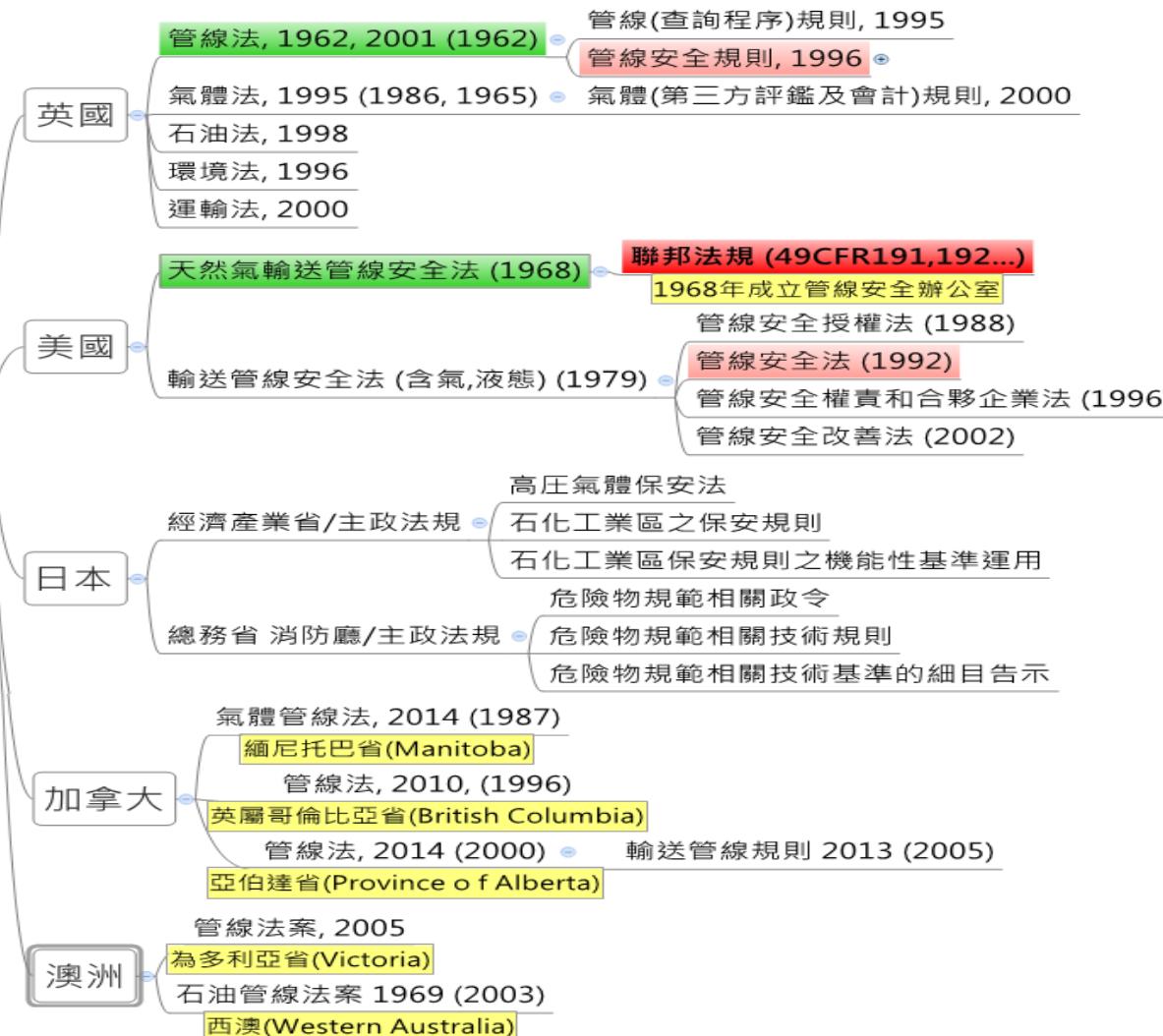
2020.12.02

主題

- 國際間管線安全相關法規及其演進
- 美國管線安全管理制度及趨勢
 - ✓ 管線安全強化重點
 - ✓ 管線安全管理系統
 - ✓ 管線完整性管理
 - ✓ 管線洩漏管理方案
- 國內地下管線安全管理

國際管線安全相關法令及發展歷程

輸送管線法案



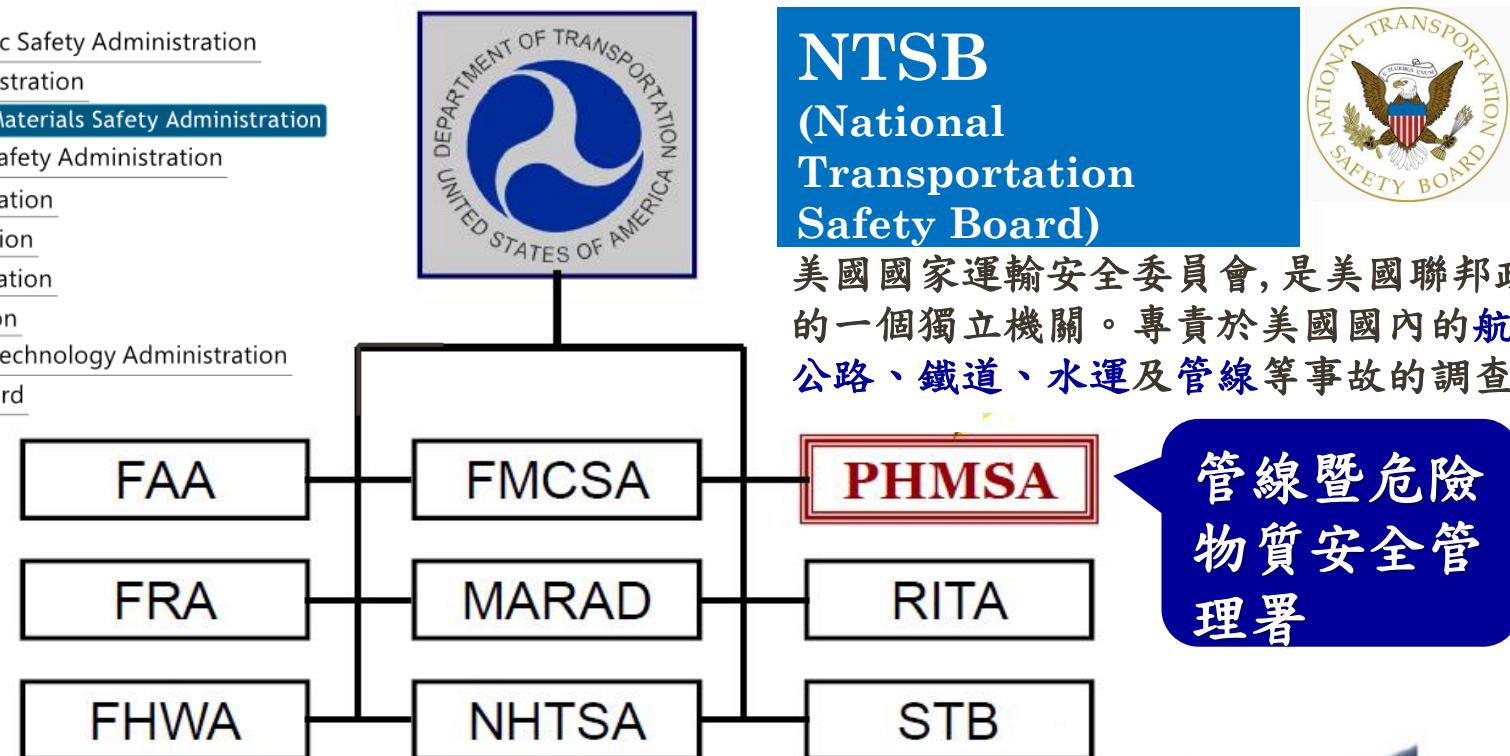
執行/分工方式 - 美國為例:

- 聯邦：立法、PHMSA之稽查員負責檢查及監督
- 州政府：規範事業管理之人員資格及檢查及監督細項，查核事業是否依核可計畫實施檢查及監督
- 工業規範協會(如 ASME、API、NACE...)：訂定執行標準、指引、人員資格要求與證照授予
- 事業單位(管線所有人)：自主管理，含管線操作/維護/檢查、評估人員取得證照

美國管線安全管理制度及趨勢

美國的管線主管機關 - 運輸部(DOT)

NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration
 FHWA: Federal Highway Administration
 PHMSA: Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration
 FMCSA: Federal Motor Carrier Safety Administration
 FAA: Federal Aviation Administration
 FTA: Federal Transit Administration
 FRA: Federal Railroad Administration
 MARAD: Maritime Administration
 RITA: Research and Innovative Technology Administration
 STB: Surface Transportation Board

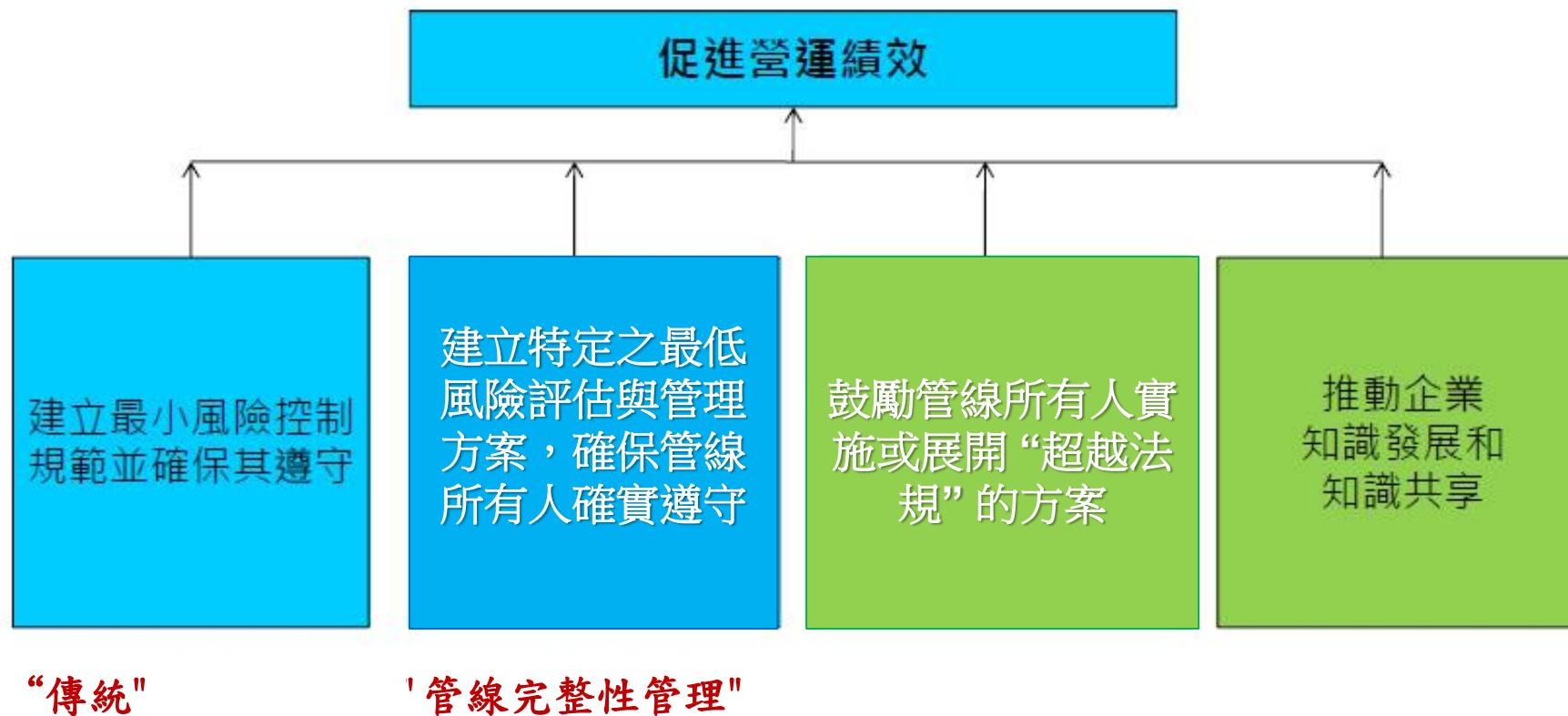


To Protect People and the Environment From the Risks of
Hazardous Materials Transportation



108年8月1日正式成立，
前身為「飛航安全調查委員會(飛安會)」

激勵管線所有人營運績效的方法



管線相關重要法規及規範

法規/標準	美國運輸部(US DOT)		工業法規			
	49 CFR 192	49 CFR 195	ASME B31.4	ASME B31.8	API 570	NACE RP 0169
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	液態烴和其他液體之管線運輸系統	燃氣長途輸送及區域配管線系統	管線檢測規範: 檢查、修補、變更、在役管線系統的再分級	地下或水下金屬管道系統之外部腐蝕控制
總則	A—總則 B—年度, 事故, 及安全相關的報告	A—總則 B—年度, 事故, 及安全相關的報告	Chapter I 範圍及定義		I. 範圍 II. 規範性引用文件 III. 術語, 定義, 縮略語和縮寫 IV. 業主/用戶檢驗機構	I. 總則 II. 術語, 定義, 縮略語和縮寫 III. 確定是否需要外部腐蝕控制
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	Chapter II 設計 Chapter III 材料 Chapter IV 尺寸要求	Chapter I 材料及設備 Chapter III 管線系統元件及製造細節 Chapter IV 設計, 裝設, 及測試		IV. 管線系統設計 V. 外部塗佈 VI. 陰極防蝕(CP)的條件及其他考量 VII. 陰極防蝕系統的設計
建造	G—傳輸管線及主線之營建要求 H—(區域管線) 略	D—營建	Chapter V 營建, 焊接, and 組裝	Chapter II 焊接		VIII. 陰極防蝕的安裝
腐蝕	I—腐蝕控制要求	H—腐蝕控制	Chapter VIII 腐蝕控制	Chapter VI 腐蝕控制		IX. 雜散電流的控制 XI. 外部腐蝕控制的記錄
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	Chapter VI 檢查及測試 Chapter VII 操作及維護程序	Chapter V 操作及維護程序	V. 檢查, 檢驗和壓力測試之施作 VI. 間隔/頻率和檢驗範圍 VII. 檢測數據評估, 分析和記錄 VIII. 管道系統的修理, 改裝和重新評級 IX. 地下管線的檢查	X. 陰極防蝕的操作與維護
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	(API RP1160)	(ASME B31.8S)	無	無

49 CFR 192 & 49 CFR 195 2019.10.01 更新重點

液態輸送之管線(49CFR195)

- 修法依據: Docket Number: PHMSA-2010-0229
- 適用對象: Hazardous Liquid Pipelines
- 修法目的: 在適當情況下縮小監管差距，並確保管線所有人增加對不安全狀況的監測和補救，減輕有害液體管線破損造成的不利影響，來改善對公共、財產和環境的保護。
- 修法重點:
 - ✓ 新增事故後通報的要求。
 - ✓ 新增管線必須裝設 CPM 系統之時程，及例外之管線；修訂 CPM LDS 的設計要求，以及應用 CPM 系統的時機及考量條件。
 - ✓ 新增在極端氣候及天然災害後管線的檢查要求。
 - ✓ 新增非§ 195.452 規定(non-HCA)之管線的完整性評估要求。
 - ✓ 修訂及新增高風險區管線完整性管理(§ 195.452)規定中對於下列項目的要求:
 - ◆ 完整性評估方法應以 ILI 為主要考量
 - ◆ 地震的風險及降緩的評估
 - ◆ 執行資料整合分析之時程及項目
 - ◆ 管線維護的時機以及異常評估時的要求

2019.10.01 前興建之既有管線須在2024.10.01 完成 CPM LDS 的設置
 2019.10.01 後興建之既有管線須在2020.10.01 完成 CPM LDS 的設置

氣態輸送之管線(49CFR192) (1/2)

- 修法依據: Docket Number: PHMSA-2011-0023
- 適用對象: Hazardous Liquid Pipelines
- 修法目的: 解決某些未經測試和壓力確認的輸氣管線，和某些有執行測試和壓力確認但且記錄不完備的輸氣管線，要求管線所有人需將地震活動納入其風險分析和數據整合中，並要求報告最大允許工作壓力超出範圍的狀況；同時允許在有通知的情況下，將完整性管理重新評估的間隔延長六個月，並將完整性評估範圍從嚴重後果區域擴展到其他人口稠密的區域。
- 修法重點:
 - ✓ 新增對主管機關通報之規定。
 - ✓ 新增對於材料性質相關之測試、檢查、製造規格等紀錄，以及對於**管線材料特性和屬性之驗證的規定**。
 - ✓ 新增對於管線可承受之外部壓力及負荷等設計紀錄，以及對於管線元件(ex. Valve, flanges, fittings...)之製造規範(含材料強度、化學成分等)紀錄等項目之規定。
 - ✓ 新增對 MAOP 的規定，含 MAOP 之建立依據以及文件保留的規定；同時新增**對於尚未建立 MAOP 紀錄的管線，如何再次確認 MAOP 的方法之規定，以及如何使用工程關鍵評估 (ECA) 確認 MAOP 的方法**。

氣態輸送之管線(49CFR192) (2/2)

- 修法重點 (續):

- ✓ 新增執行管內檢查(ILI)時的參考依據(API STD 1163, ANSI/ASNT ILI-PQ, and NACE SP0102)，以及對於管內檢查之發射器和接收器「安全」的要求。
- ✓ 新增壓力測試時使用「瞬間壓力測試(spike test)」的規定。
- ✓ 新增**高風險區外**的區域之評估時程、週期及方法。
- ✓ 新增預估失效壓力的分析方法。
- ✓ 修訂及新增對於管線完整性管理方案(IMP)的諸多項目及方法，例如:
 - ◆ 新增IMP中威脅識別的項目、ERW管線的評估條件、對於“裂縫”威脅時的處置作為。
 - ◆ 修正並新增對管內檢查方案之要求、壓力測試的適用條件及依據。
 - ◆ 新增三種完整性評估的方式，含
 - **瞬間壓力測試(spike hydrostatic pressure test)的適用條件及依據**、
 - **開挖及現地直接檢查時使用的方法，含非破壞檢測的幾種技術**、
 - **導波的適用條件及依據**。
 - ◆ 修正及新增DA的適用條件、修訂使用其他技術進行評估時的通報程序及依據。
 - ◆ 修訂暫時降壓之通報依據及程序、以及長期降壓之通報依據及程序。
 - ◆ 新增外力損壞的案例、以及外力損壞的評估方法。
 - ◆ 修正IMP再評估週期之規定及依據。

最大重新評估間隔為**7**個日曆年，如有充分理由可延長**6**個月。

Pipeline Safety Enhancement

(API 2019 Annual Liquids Report)

API: American Petroleum Institute

管道安全優化表現(API: Pipeline safety excellence performance)

- 2019 Annual liquids report

- GOALS:

促進組織優化

通過持續改進機制，例如管線安全管理系統(SMS)，施工質量管理系統(QMS)和管線完整性管理(IM)，發展和促進整個行業的安全文化。將整個行業範圍內的共享轉變為一個健壯的，可持續的計劃，並強調數據集成的好處和力量。

1

通過技術和創新提高安全性

推動整個行業參與提高在線檢查(ILI)能力以實現管線行業**零事故**的目標。加速最有效的ILI工具的開發和採用。為管線所有人之洩漏檢測管理創建可持續，可行的框架。

2

加強緊急應變的準備

通過制定和採用有關緊急應變計畫和反應流程的行業指南，加強有效和快速的緊急應變工作。促進點對點的機會進行演習，制定緊急應變計畫，並分享從事件中汲取的教訓。

3

提高利益關係人的意識和參與度

通過採用和實施整體行業的訓練計畫，改善管線所有人和土地所有者的關係。通過以災害預防，完整性管理和緊急應變準備為重點的強大的社交媒體運動計劃，提高公眾對管線行業的認識和參與度。努力消除第一，第二和第三方損害。

4**SMS: API 1173****C-QMS: API 1177****IM: API 1160, 1178****ILI: API 1163, NACE 0102****LDS: API 1175****AMC: API 1176****ERWG: API 1174****PAW: API 1173, 1162****Damage Prevention Tool Box**

<https://www.aopl.org/documents/en-us/d904059a-c130-41f9-b8da-3ca7e100ad4a/1>

促進組織優化

目標1.1：擴展安全管理做法

管線安全管理系統: Pipeline Safety Management Systems (API RP 1173, 1st edition, 2015):

Evaluation tool - <https://pipelinesms.org/get-started/check/>

- 施工品質管理系統: Construction Quality Management Systems (API RP 1177, 1st edition, 2017).
- 管線完整性管理: Pipeline Integrity Management (API RP 1160, 3rd edition, 2019): 3rd edition

將新的學習和經驗整合到管線管理機制中，同時參考PSMS (API 1173) 的PDCA循環、管線洩漏檢測 (API 1175)、裂縫評估和管理 (API 1176)、完整性資料管理和整合 (API 1178)、以及陸上或沿海地區內管線的水工危害 (API 1133) 等標準的做法。

目標1.2：推動最佳共享做法

共享和學習：透過定期會議，在整體行業之安全團隊會議中進行資訊交換和安全文化共享。

目標1.3：通過檢測數據分析提高管線完整性

數據整合 (API Bull 1178)：利用API 1160、1163 (ILI資格) 和1183 (凹痕疲勞和機械損壞完整性管理) 等指引進行數據的整合。

通過技術和創新提高安全性

目標2.1：增進管線完整性檢查技術

持續增進 ILI 功能：針對超音波(UT)裂縫檢測、電磁超音波換能器(EMAT)、以及螺旋和周向磁通洩 ILI 工具的性能規格，開發驗證和測試的協議書。

目標2.2：增強洩漏事件的識別和反應

洩漏檢測和反應管理（API 1175）：API 開發了一個在線電子培訓工具，該工具可以提供操作人員一個開始實施洩漏管理所需知道的基本要素和關鍵問題。

API LEARNING

Create a free account on the API Learning site to access our current catalog and to stay informed of upcoming offerings.

API Learning is an enhanced training experience on an intuitive learning system. With a customized user dashboard and innovative learning tools, API Learning is truly a learner-centered experience.

Our eLearning programs available on API Learning have been developed by industry subject matter experts and contain high quality visuals and forward-thinking interactions to fully engage you in your curriculum.

Register at www.APILearning.org to access eLearning courses on topics including:

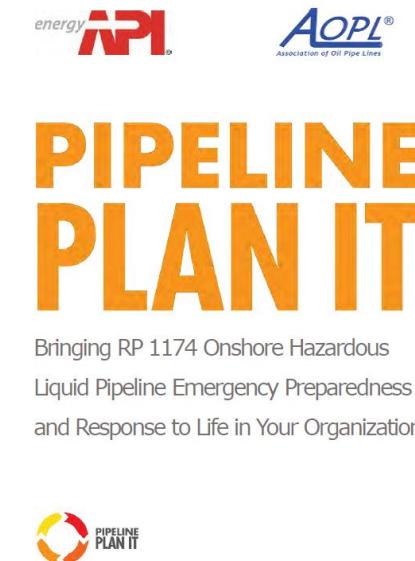
- Underground Storage Tank Operations
- Service Station Contractor Safety
- Curso Sobre Seguridad Para Contratistas de API WorkSafe
- Crude Oil by Rail Transport (RP 3000)
- Pipeline Safety Management Systems (RP 1173, RP 1175)
- Fire Protection in Refineries (RP 2001)
- Fatigue Risk Management (RP 755)
- API Significant Standards Webinars (API Spec 5L, API Spec 5CT, API Spec 6A)

<https://www.api.org/products-and-services/training/api-learning-and-worksafe>

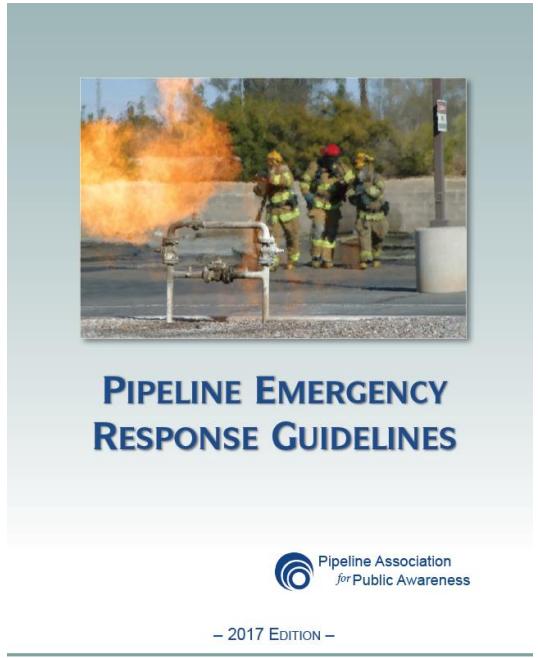
加強緊急應變的準備

目標3.1：提高操作人員和通報人員 之災害預防、整備、即應變的能力

管線緊急應變計畫，準備和反應
(API 1174，第一版，2015年)：管
線緊急應變工作組 (ERWG) 製作並
發布了介紹性簡報、問答文檔和實施
RP 1174的規劃指南。



<http://pipelinesms.org/wp-content/uploads/2018/04/Pipeline-Plan-It-An-Introduction-to-API-RP-1174.pdf>



<https://pipelineawareness.org/media/1092/2017-pipeline-emergency-response-guidelines.pdf>

提高利益關係人的意識和參與度

目標4.1：改善利益相關人在能源基礎設施和管線安全方面的溝通

利益相關人參與（API RP 1162，第二版2010、第三版2020/Q4）：除管線所有人外，任務組還包括PHMSA和NAPSR的代表，關鍵利益相關者（緊急應變反者，農業社區，挖掘機）的代表，行業顧問，公眾意識供應商和行業協會員工。

目標4.2：推動加強預防損害的創新方法

挖掘損壞：損壞預防工具箱。

<http://www.dptoolbox.org/>

⇒ To share practices and lessons learned from operators to avoid damage to pipeline.



API RP 1162, 3rd Ed.

- ▶ Starting point = API RP 1162, 2nd Ed.
- ▶ Reviewing findings and recommendations from PHMSA-led PAPWG and API-led 1162 Ad Hoc Team
- ▶ Alignment as appropriate with API RP 1173 (Safety Management Systems, Stakeholder Engagement element)
- ▶ Research, Guidance from SMEs:
 - ▶ Baseline alternatives
 - ▶ Effectiveness measurement
 - ▶ Behavior Change Communications
 - ▶ Risk Communications (specialist on 1162 team)
- ▶ Working towards publication date of Dec. 2020

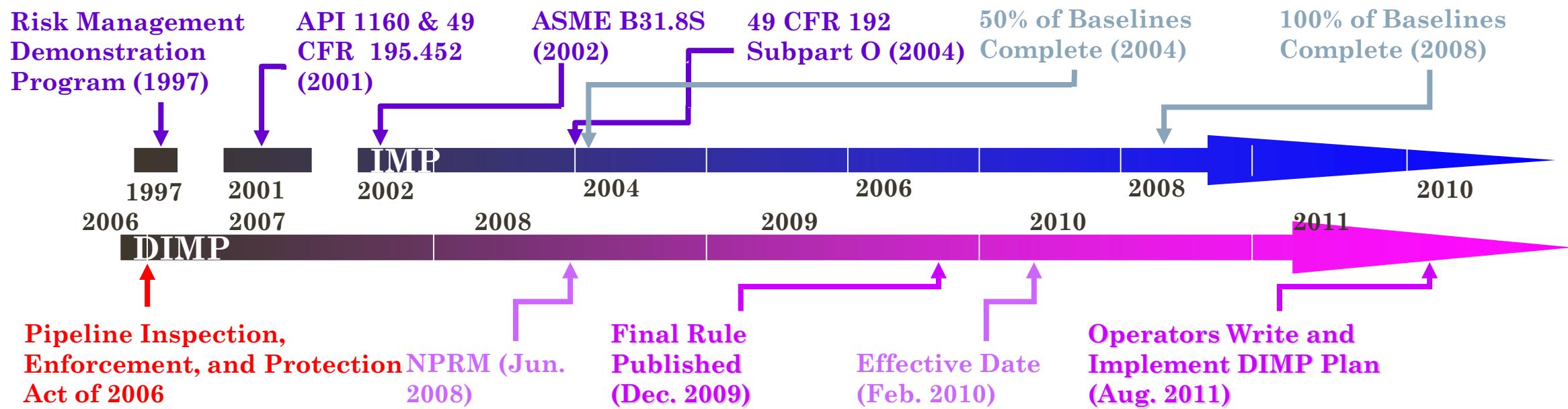
<http://pstrust.org/wp-content/uploads/2017/11/Larson-Presentation-web.pdf>

NAPSR: National Association of Pipeline Safety Representatives 全(美)國管線安全代表協會

管線完整性管理 **(Pipeline Integrity Management, PIM)**

美國管線完整性管理(IM)之發展歷程

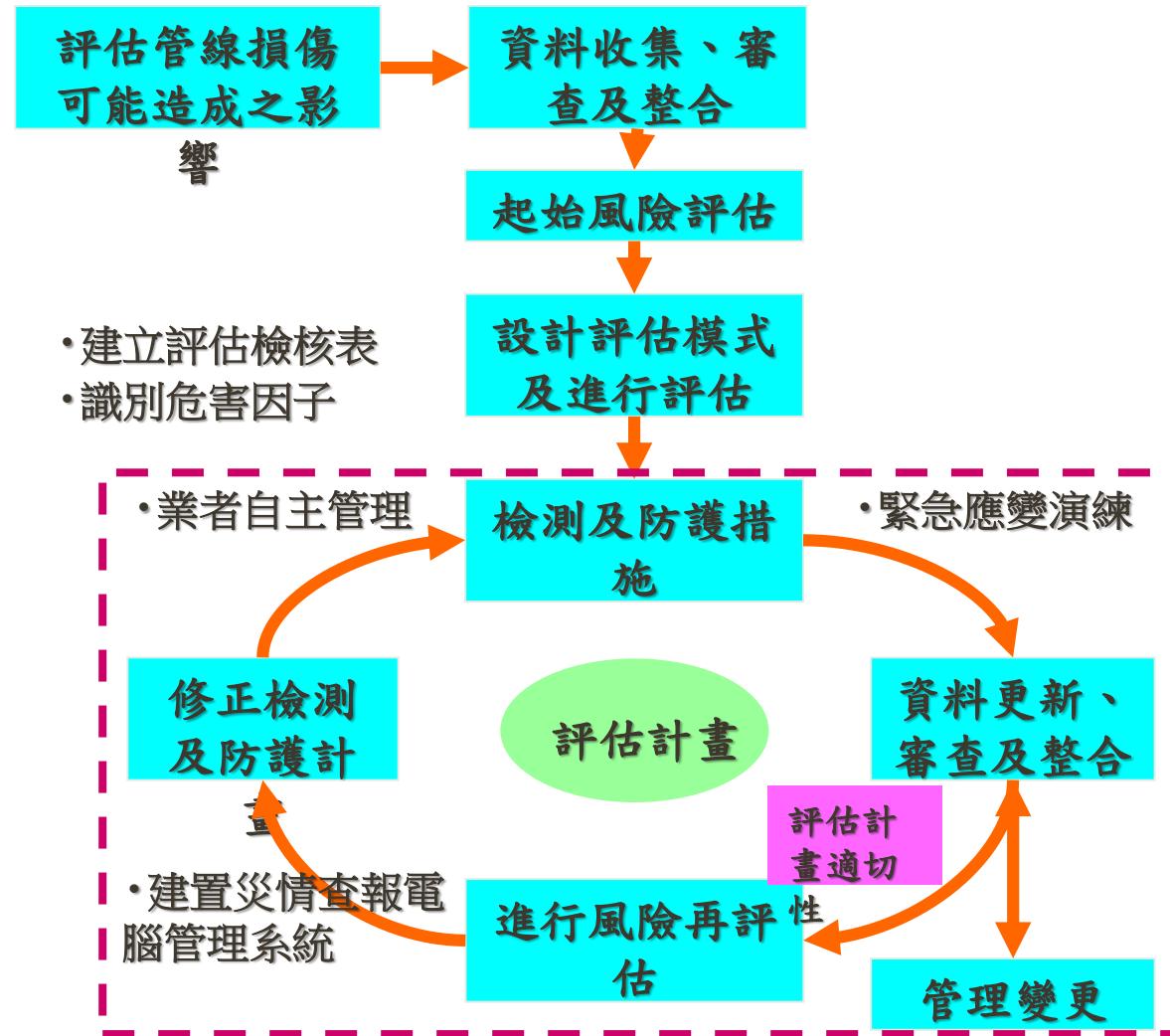
- ❖ 1997年美國公開第一份風險管理的示範計畫。
- ❖ 危險液體管線：2001年美國聯邦法規49CFR195訂定液體管線風險管理計畫的要求，並公告細部評估執行方法API 1160。
- ❖ 長途輸氣管：2002年訂定 ASME B31.8S規範，2004年開始強制執行 (49CFR192)，2008年達到全面實施。
- ❖ 區域性天然氣(DIMP)：2009年12月才完成法案之修訂，2011年8月開始全面要求。



完整性管理規範(API 1160) 及其演進(1/2)

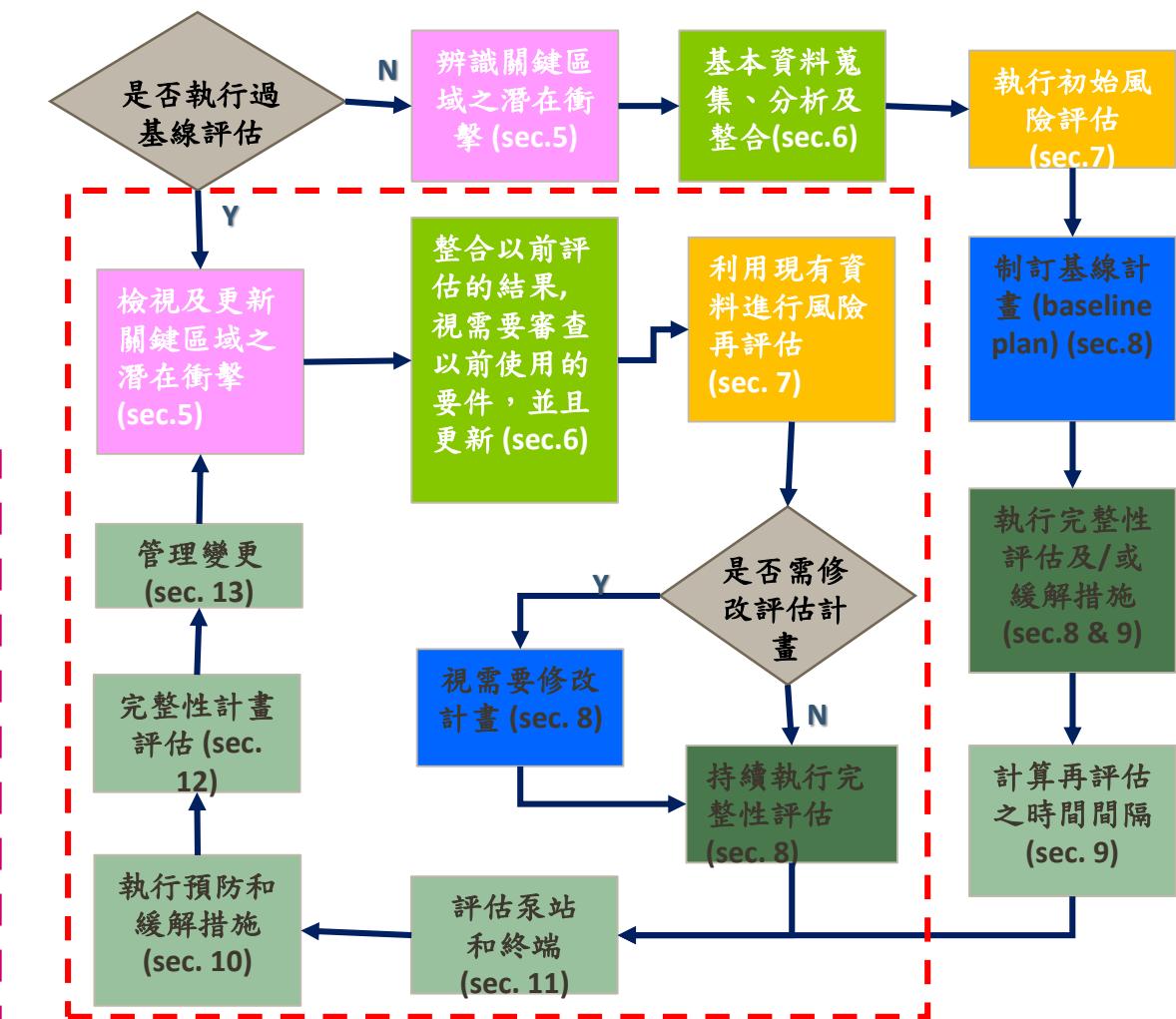
API Std. 1160 (1st ed., 2001):

危險液體輸送管線之系統完整性管理



API RP 1160 (2nd ed., 2013):

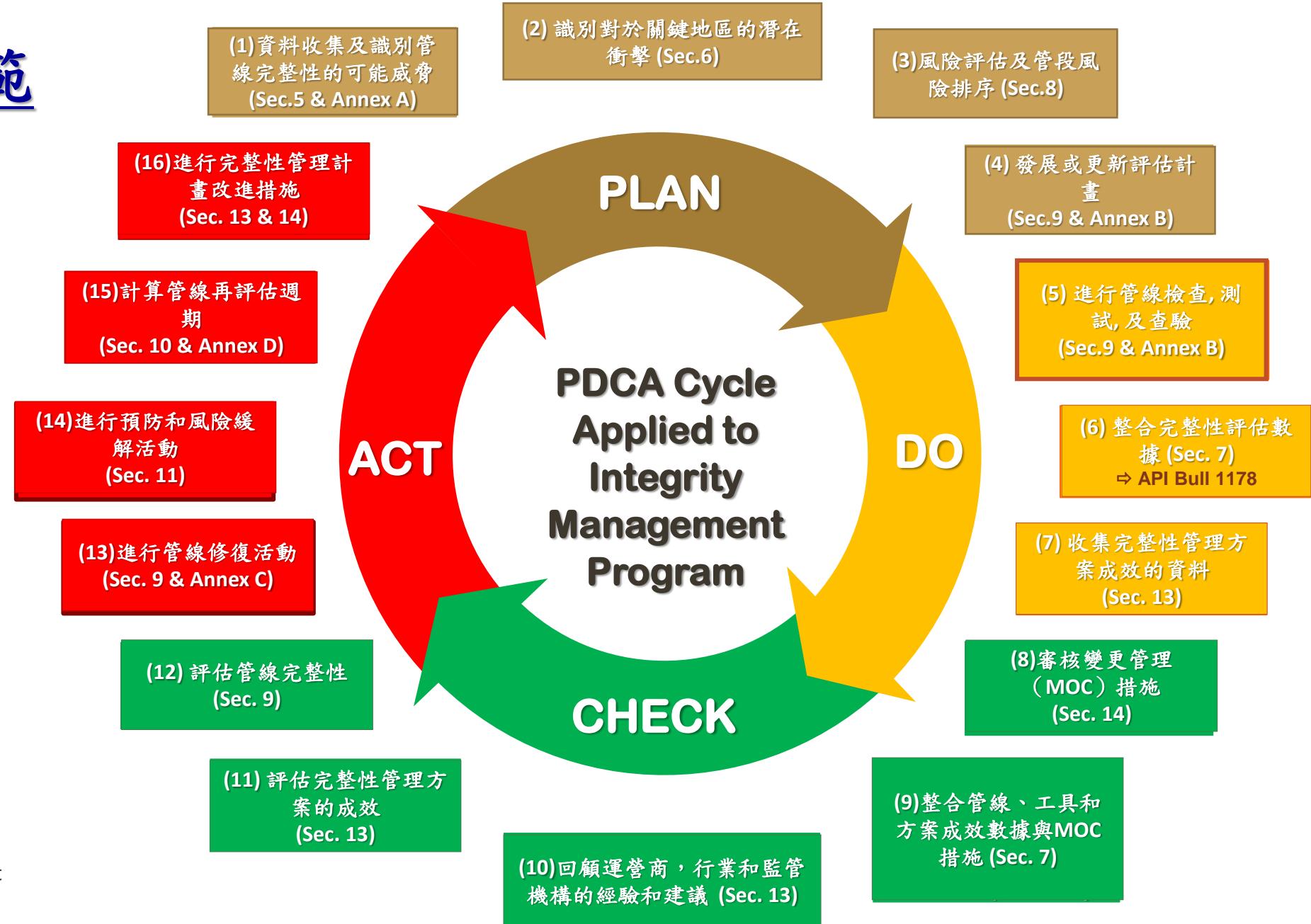
危險液體輸送管線之系統完整性管理



完整性管理規範

(API 1160) 及 其演進(2/2)

API RP 1160 (3rd ed.,
2019): 危險液體輸送管
線之系統完整性管理



□ API Bull 1178: Integrity Data Management and Integration

管線安全管理系統 **(Pipeline Safety Management Systems, PSMS)**

Safety Management Systems

- 1996年5月11日 ValuJet Airlines Flight 592因D級貨艙火警之後墜毀事件後，FAA開始研討安全文化的深耕方式。
- FAA's Approach Designed to Lead to a Safety Culture

- Safety Policy & Objectives
- Safety Risk Management
- Safety Assurance
- Promotion

1996.05.11 重大航空事故，引發對安全文化的重視

公告飛航安全安全管理系統需求
FAA Order VS 8000.367 (2008.05.15)

公告安全管理系統條例，
FAA Order VS 8000.1 (2006.08.11)

成立安全管理系統飛航法令制訂委員會
FAA Order 1110.152 (2009.02.12)

公告安全安全管理系統指引
FAA Order VS 800.369 (2008.09.30)

公告安全安全管理系統
FAA Order 8000.369A (2013.05.18)

SMS

2012, NTSB
recommendation

Pipeline SMS

Safety Culture → Safety Management System

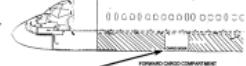
源起: 1996年5月11日 ValuJet Airlines Flight 592因D級貨艙火警，在起飛後10分鐘墜落在邁阿密機場附近，2位駕駛、3位機組人員、以及105名乘客都無人生還。

事故調查:

- 負責飛機維修的SabreTech公司在更新乘客緊急使用之氧氣產生器，將部分換下來的氧氣產生器留置在貨艙，導致飛機起飛後造成火警的主因。



- ValuJet未能適當監督其合同的維護計劃，以確保其合約商是否符合維護、訓練、有害物質的要求和做法。



- 美國聯邦航空總署 (FAA) 未要求D級貨艙必須安裝煙霧探測和滅火系統。

Accident Location: Miami, FL

Accident Date: 5/11/1996

Accident ID: DCA96MA054

Copyright 2018 ITRI 工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

**14CFR5: SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS
(80 FR 1326, Jan. 8, 2015)**

API RP 1173(1st ed., 2015): 管線安全管理系統



① 管理規劃:風險管理(三)

② 執行規劃項目:

- 緊急應變(八)
- 操作控制(四)
- 能力、認知及訓練(九)
- 檔案管理及紀錄維護(十)
- 利害關係人維護(二)

③ 執行結果審查:

- 事故調查、評估及經驗教訓學習(五)
- 安全保證(六)

④ 精進行動:

- 管理審查及持續改善(七)

Pipeline SMS Evaluation Tool

<https://pipelinesms.org/get-started/check/>

评价工具 - Evaluation-Tool-8-19-2018-v1-Locked - Excel

API RP 1173 Requirements		OPERATION		OPERATIONAL METRICS		OPERATIONAL METRICS		Units	Industry Average	Operator Average
RP 1173 Section	RP 1173 Citation	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	Has the pipeline operator established and built a shared understanding of safety and built a shared understanding of safety	# / kmile	0.0857	
5	5.1-1	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	Has top management communicated documenting the pipeline operator's policy commitment to safety, as well as identifying responsibilities of personnel at all levels?	# / kmile	0.0944	
5	5.1-2	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	Has the pipeline operator improved upon measured its effectiveness and maturity in the requirements of this document?	# / kmile	0.0505	
5	5.1-3	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	# / kmile	0.0545	
5	5.2-1	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	Has top management established and documented objectives for the PSMS?	# / kmile	0.1526	
Implementation Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		234 Shall Statements		
Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Informative Liquid		
Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Informative Gas T		
Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Effectiveness Scores		Informative Gas D		

實施分數

有效分數

總結

2、3、4 階的說明

液態管的資訊

氣態管的資訊

區域管線(瓦斯管)的資訊

管線洩漏偵測系統 (Leak Detection Systems, LDS)

49 CFR §195.134 洩漏偵測系統

Original version

§195.134 CPM leak detection.

This section applies to each hazardous liquid pipeline transporting liquid in single phase (without gas in the liquid).

On such systems, each new computational pipeline monitoring (CPM) leak detection system and each replaced component of an existing CPM system must comply with section 4.2 of API RP 1130 (incorporated by reference, see §195.3) in its design and with any other design criteria addressed in API RP 1130 for components of the CPM leak detection system.

>所有在 2019.10.01 之前興建的長輸管線，均須在 2024.10.01 前具備符合 § 195.444 所規定之洩漏偵測系統；

>在 2019.10.01 之後興建的長輸管線，均須在 2020.10.01 前具備符合 § 195.444 所規定之洩漏偵測系統。

2020.10.01 Revised version

§195.134 CPM leak detection.

(a) Scope. This section applies to each hazardous liquid pipeline transporting liquid in single phase (without gas in the liquid).

(b) General. (1) For each pipeline constructed prior to October 1, 2019. Each pipeline must have a system for detecting leaks that complies with the requirements in § 195.444 by October 1, 2024.
(2) For each pipeline constructed on or after October 1, 2019. Each pipeline must have a system for detecting leaks that complies with the requirements in § 195.444 by October 1, 2020.

(c) CPM leak detection systems. A new computational pipeline monitoring (CPM) leak detection system or replaced component of an existing CPM system must be designed in accordance with the requirements in section 4.2 of API RP 1130 (incorporated by reference, see §195.3) and any other applicable design criteria in that standard.

新的 CPM 洩漏偵測系統，或是既有系統在置換新的組件(模組)時，在系統設計時應依據 API RP 1130 之 4.2 節的要求，以及該標準中其他適用的設計條件。

§195.444 計算監控管線之洩漏偵測 (CPM leak detection)

Original version

§195.444 CPM leak detection.

Each computational pipeline monitoring (CPM) leak detection system installed on a hazardous liquid pipeline transporting liquid in single phase (without gas in the liquid) must comply with API RP 1130 (incorporated by reference, see §195.3) in operating, maintaining, testing, record keeping, and dispatcher training of the system.

管線必須根據 §§195.134 或 195.452 之規定設置有效的檢測洩漏的系統。管線所有人必須評估其洩漏檢測系統保護公眾，財產和環境的能力，並根據需要對其進行修改。管線所有人的評估，至少必須考慮以下因素：管線的長度和尺寸，所輸送產品的類型，檢漏的迅速性，就近應變人員的位置以及洩漏歷史。

2020.10.01 Revised version

§195.444 CPM leak detection.

(a) *Scope.* Except for offshore gathering and regulated rural gathering pipelines, this section applies to all hazardous liquid pipelines transporting liquid in single phase (without gas in the liquid).

(b) *General.* A pipeline must have an effective system for detecting leaks in accordance with §§ 195.134 or 195.452, as appropriate. An operator must evaluate the capability of its leak detection system to protect the public, property, and the environment and modify it as necessary to do so. At a minimum, an operator's evaluation must consider the following factors— length and size of the pipeline, type of product carried, the swiftness of leak detection, location of nearest response personnel, and leak history.

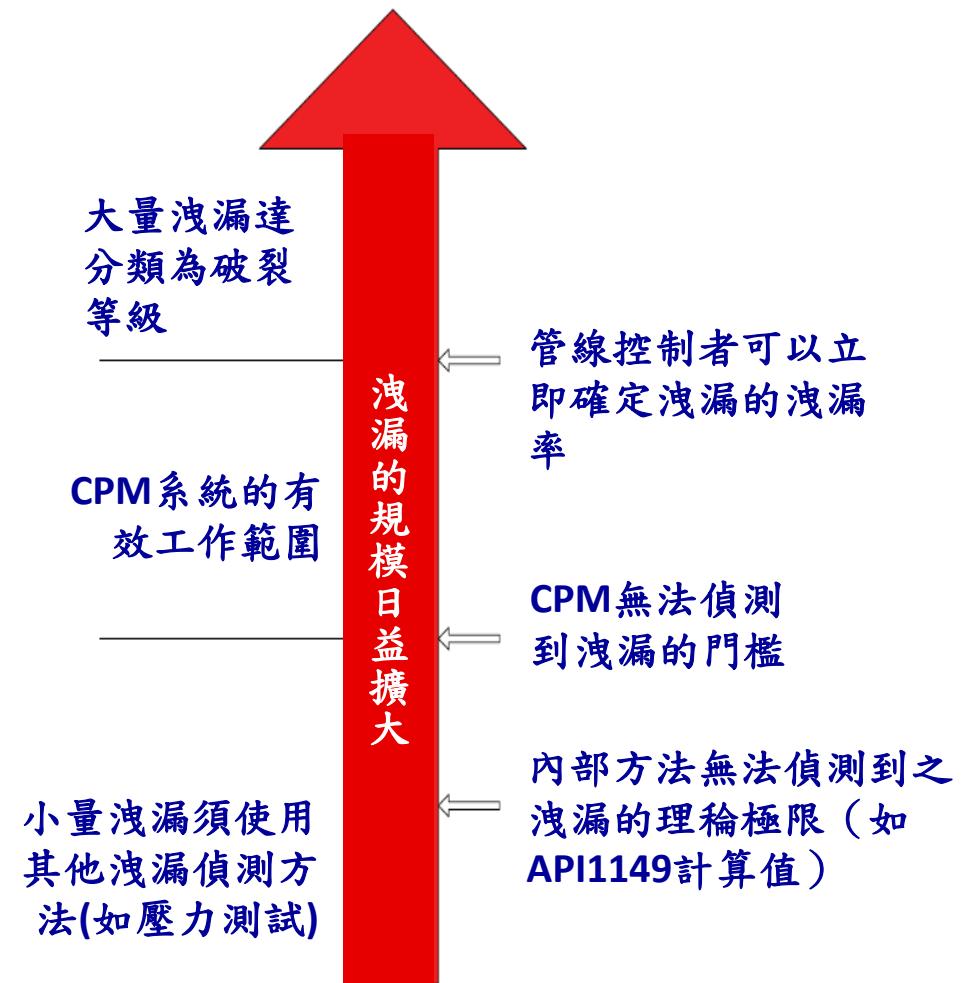
(c) *CPM leak detection systems.* Each computational pipeline monitoring (CPM) leak detection system installed on a hazardous liquid pipeline transporting liquid in single phase (without gas in the liquid) must comply with API RP 1130 (incorporated by reference, see §195.3) in operating, maintaining, testing, record keeping, and dispatcher training of the system.

API RP 1130 Computational Pipeline Monitoring for Liquids

CPM的定義乃是以軟體為基礎，透過有效之計算後取得評估結果；若僅以簡單之壓力、流速或是其它不同類型的感測器進行判斷，而不具有判斷、警示能力且缺乏有效之評估可信度而不屬於CPM技術的涵蓋範圍。

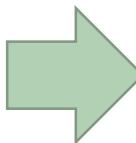
- 一個有效而成功的洩漏監測系統在軟體與運算技術層面應包含以下兩個要點：
 - ✓ 其計算技術需對管線之運作數據，各部件運作之閾值、極限以及變化狀態有足夠的了解，並據此考慮管線計算中的不確定性。
 - ✓ 在計算之精度以及提出估計結果之效率間取得平衡下其評估結果仍能達到CPM系統之接受範圍。

CPM的監測能力門檻



計算液體管線監測性能指標

- 可靠度
- 灵敏性
- 精準度
- 穩定性



- 精準的警報功能
- 警報必須能夠區分洩漏的類型
- 適用於所有液體輸送物質
- 可透過現有之儀器進行運作
- 可配合複雜的管線配置、環境變化與操作條件影響
- 具有一定程度的定位能力
- 可於非穩態下進行運作
- 具有長時間數據記錄能力
- 具備操作手冊以及自我測試功能



高雄市地下管線安全未來的 管理重點

高雄市既有工業管線管理維護辦法與國際發展趨勢之比較

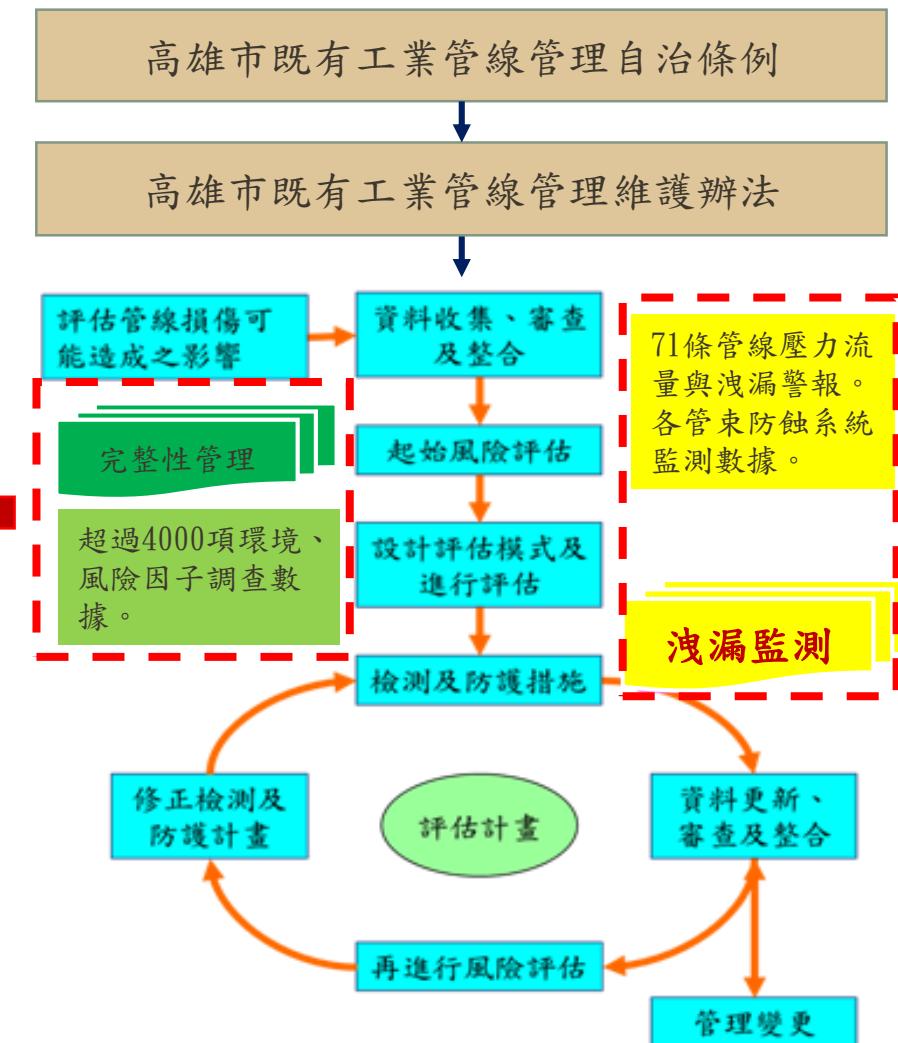
法規	國際發展趨勢	國內外比較
第四條、既有管線所有人應參照國際標準規範所建立之管線完整性管理原則	2014年發布API RP 1173，對應49 CFR 195.452 作為管線安全管理的規範。	參考相同標準
第七條、既有管線所有人應建立管線資訊管理系統	要求管線所有人一規範標準提交報告與維運計畫	參考相同標準，但國內為全數管線審查稽核(更嚴格)
第八條、既有管線所有人應參考國際標準規範，就管線安全實施完整性管理	僅要求針對高影響區域管線執行且不指定檢測方式。自2019年起才要求以執行ILI作為主要檢測方式	國內以管線全數風險皆高，要求業者全面、各種檢測皆執行(更嚴格)
第十條、既有管線所有人應建置管線操作監控系統	美國運輸部2019年起要求監測系統在2024年之前具備檢漏能力(ref. API 1130)	國內已要求全面裝設雙向同步監看系統，並依氣、液態管線特性分別規定之
第十一條、既有管線所有人應擬定管線巡檢管理計畫	49 CFR 192/195、API 1161、ASME B31Q	參考相同標準
第十二條、既有管線所有人應擬定管線防蝕措施及維護保養計畫	49 CFR 192/195、NACE SP0169	參考相同標準
第十三條、既有管線有改變輸送物質、停用、復用、廢用或其他變更使用之情形時，既有管線所有人於變更前實施必要之管線安全風險評估	49 CFR 192/195、API 1173、API 1161、ASME B31Q	參考相同標準
第十五條、既有管線所有人應以管束為單位	國際未有類同之組織運作	我國特有管理方式(更嚴格)

既有工業管線管理機制與未來規劃

■ 已建置雲端平台

- 全國唯一！
 - 精準的二、三維圖資系統及業者管線管理稽核資料庫。
 - 所有資訊皆可標示於地圖上進行參照。
 - 超過4,000項環境、風險因子調查數據。
 - 管線壓力流量與洩漏警報、各管束防蝕系統監測數據。
 - 所取得之數據將作為後續大量數據比較整合的基礎。

資訊化的檢測
數據(僅僅是 Words 或 pfd 檔的檢測
報告
有效的數據整合及應用 →
失效預警



■ 未來規劃

- 用深度學習技術，強化管線管理降低營運風險。

管線洩漏偵測系統(LDS) - 技術現況

液態管: 驗收規格(非實測數據)

- 最小可測洩漏口 : 0.25"~0.3"
- 最小可測洩漏量 : 1% ~ 2% 流率
- 最短反應時間
 - ATMOS : 3 min
 - EMERSON : 20 min
 - KROHNE : 1 min ~ 5 min (依管線)
- 最小定位精度
 - 以公尺為單位: $\pm 50 \sim \pm 350$ 公尺 (依管線)
 - 以管線長度為單位 : 1% ~ 2% 總長度
- 洩漏量估計精確度 : 1% ~ 3% (依管線)

氣態管: 驗收規格(非實測數據)

- 最小可測洩漏口 : 0.25"
- 最小可測洩漏量 : 1% 流率
- 最短反應時間
 - ATMOS : 3 min ~ 5 min
 - ITRI : 10 min
- 最小定位精度
 - 以公尺為單位: ± 50 公尺 (依管線)
 - 以管線長度為單位 : 2% 總長度
- 洩漏量估計精確度 : $\pm 1\% \sim 3\%$ (依管線)

Thank you!

email: TammyTzan@itri.org.tw



營造友善家庭職場環境

員工工作安穩 企業形象升等 力行家務分擔 家庭和樂升溫

珍視員工價值

性別平等 幸福升等

讓職場員工平等發揮實力、自我實現，各種性別的受雇者均受益。

- ◆女性夜間工作安全措施（交通或住宿）
- ◆提供員工兼顧工作與家庭之彈性工作時間與地點、休假制度
- ◆協助均衡家庭和工作之措施，如托兒設施、哺乳室、育兒津貼規定等。
- ◆積極僱用因結婚、懷孕、分娩、育兒或照顧家庭而離職之二度就業者
- ◆積極拔擢女性擔任主管、積極僱用身心障礙及原住民
- ◆鼓勵企業僱用中高齡勞工，避免及早退休
- ◆鼓勵男性做家事

員工協助方案(EAP)

讓員工在工作與家庭間取得平衡，提升員工生產力，組織整體受益，員工與企業「雙贏」。

工作面

- ◆增進員工對工作之適應、職位轉換、職涯發展、退休規劃及危機處理之輔導
- ◆留住優秀的員工、減少員工後顧之憂

生活面

- ◆提供員工有關財務、法律、稅務、繼承、交通事故、醫療糾紛等之資訊與知識
- ◆避免員工因法律糾紛帶來的心理與生活干擾

健康面

- ◆提供員工情緒管理訓練、適當的身心健康管理方案、心理諮詢服務
- ◆穩定員工工作情緒、紓解工作壓力、減少離職率、曠職率