



核能電廠地下管線問題探討

行政院原子能委員會
核能管制處 方 鈞

中華民國98年12月16日





內容

- ❖ 前言
- ❖ 美國地下管線洩漏案例
- ❖ 美國工業界近年來之策略
- ❖ 美國管制單位之作為
- ❖ 原能會相關管制
- ❖ 結語





前言

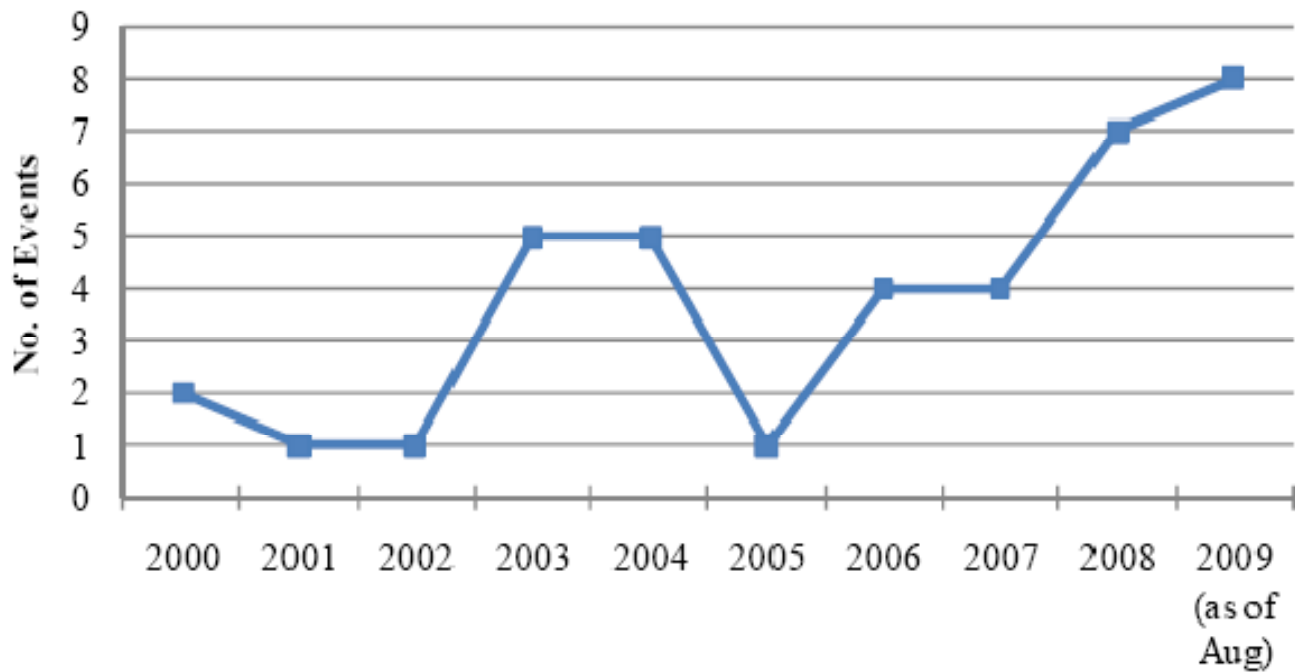
美國核能電廠之地下管線，經運轉多年後，因埋在泥土中，容易生鏽腐蝕造成破管洩漏，且發生洩漏之後，不易查覺。

地下管線之洩漏，目前雖尚未發生影響核能安全之事件，但其可能之影響有：

- 一、環境污染（含放射性污染）
- 二、系統之正常運作

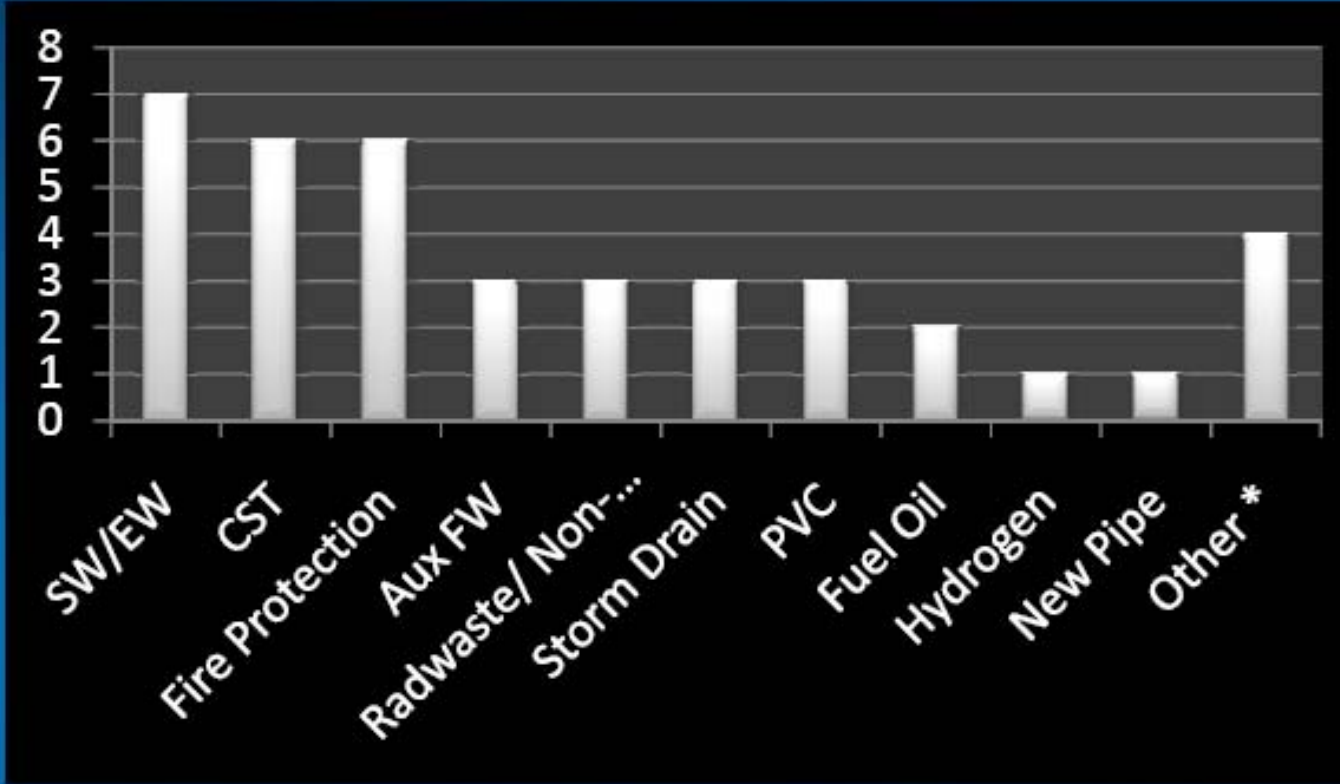


**No. of Events Involving
Underground/Buried Pipe Failures**
(Plant Events Database/EPIX)



INPO





INPO



美國地下管線洩漏案例

案例一：地下管線洩漏導致地下水污染

美國電廠經驗：地下水污染案例原因分析

管線洩漏

冷凝水槽(CST)
通往高壓注水系
統(HPCI)地下

燃料池裂縫洩漏

生洩漏

真空破壞閥發
循環水管經由

美國地下管線洩漏案例

Dresden 核能電廠

地點:伊利諾州 反應器型式: BWR

2006年2月10日 Exelon公司的Dresden電廠通知NRC地下水監測井測到增高的氚，此監測井臨近一地下管路，此管路係從CST通往HPIC，以往在2004年CST通往HPIC的管路曾發現有洩漏，管路175呎長其中75呎長在2004年被更新過，電廠懷疑此次洩漏是在未更新的100呎管路部分。2006年2月11日的水樣氚濃度為486,000pCi/L, 2月13日的樣品為529,000pCi/L，2006年2月11日電廠將此管路隔離，計畫洩水檢修此管路。



美國地下管線洩漏案例

案例二：地下管線洩漏導致消防水系統故障

Donald C. Cook 核能電廠

地點：密執安州 反應器型式：PWR

2008年9月20日 Indiana/Michigan公司的D. C. Cook 1號機，20:05因主汽機高振動手動停機，當時主發電機發生火災，消防水系統隨即起動，但不久消防集管壓力逐漸下降，雖然所有消防泵均起動，仍無法維持集管壓力。20:20消防水槽低水位警報出示，20:28重新配置管路從另一個消防水槽取水，發現大量消防水從地下管線流失，故隔離消防管線洩漏區域，方才回復正常。





美國工業界近年來之對策

1. EPRI

- ❖ 2007- Buried Pipe (BP) Initiative
- ❖ 2008- BP Program Guidelines
- ❖ Ongoing Research (BP NDE)

2. INPO

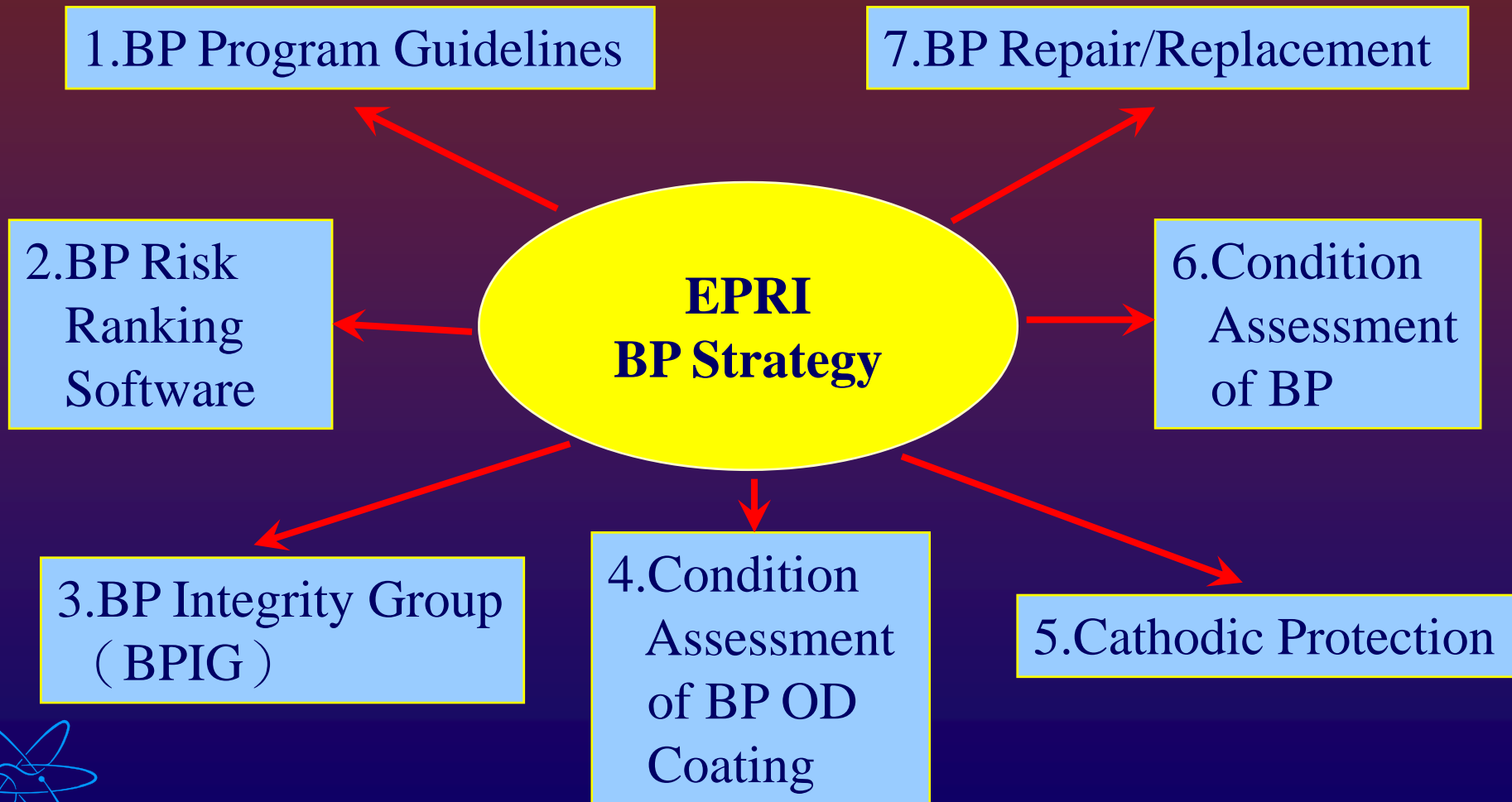
- ❖ 2006 - BP SER
- ❖ 2007 - Increased emphasis on condition of BP
- ❖ 2009 - Re-established BP as a department focus area

3. NEI

- ❖ 2007 – Groundwater Protection Initiative (NEI 07-07)



美國工業界近年來之對策





美國工業界近年來之對策

1.BP Program Guidelines

- ❖ Recommendations for an Effective Program to Control the Degradation of BP , Dec. 2008-Report 1016456 。
- ❖ Six-Step Program
 - Step 1 : Develop BP Integrity Program Plan/Procedure
 - Step 2 : BP Leak Risk Ranking
 - Step 3 : Inspection (Highest Risk BP/Direct Inspection)
 - Step 4 : Fitness-for-Service (Inspection Results-Design)
 - Step 5 : Repairs (Non-Welded & Welded Repair Techniques)
 - Step 6 : Prevention (unacceptable risk) and Mitigation





美國工業界近年來之對策

2.BP Risk Ranking Software

- ❖ Risk = Likelihood × Consequences

3.BP Integrity Group (BPIG)

- ❖ Formed in 2008
- ❖ In 2010, all US Utilities will be members
- ❖ Meet two times/year
- ❖ Provide : Experience Sharing 、 Technical Support 、 Related Training 、 Interface with Vendor Support





美國工業界近年來之對策

4. Condition Assessment of BP OD Coating

- ❖ Indirect Inspection Methods :

Direct Current Voltage Gradient (DCVG) 、 Pearson survey
AC Current Attenuation 、 Close Interval Potential Survey....

5. Cathodic Protection

- ❖ Provide the basis for suitable preventive (PM) and predictive (PdM) maintenance program for BP.
- ❖ Backup defense for area of damaged coating (OD coating ,
First line of defense against external corrosion)





美國工業界近年來之對策

6. Condition Assessment of BP

- ❖ Ongoing Inspection Methods Research : Guided Wave NDE /Large & Intermediate Diameter Pipe NDE Inspection Vehicle
- ❖ Proposed/Planned Inspection Methods Research : 10 in & smaller Inspection Vehicles / Buried pipe Location & Mapping

7. BP Repair/Replacement

- ❖ Cured-In-Place Pipe (CIPP) : ASME Code Case N589-1 provides rules for CIPP to be used to repair class 3 piping
- ❖ High Density Polyethylene (HDPE) Pipe be attractive option for replacements of degraded pipe (ASME Code Case N-755)





美國管制單位之作為

1. NRC Chairman's Tasking Memo

- ❖ Staff should prepare an information paper to explain the generic currently underway or planned on the issue of BP and to discuss any activities or plans that would address the following items :
 - Evaluation of the adequacy of current NRC requirements. (including operating reactors/renewal licenses/new reactors)
 - Evaluation of the adequacy of ASME code requirements.
 - Evaluation of the effectiveness of current requirements and voluntary initiatives for BP (both safety & non-safety) .
 - Recommendation for revisions , if necessary, to existing regulation , requirement , or oversight related to the BP
 - ❖ Staff should provide this paper to Commission by 12/3/2009.
- ## 2. Industry to report in Dec. 2009 to NRC on plans for BP.





原能會相關管制

核一/二/三廠地下水防護方案之審查

- ❖ 地下水防護方案審查中，要求各電廠調查含放射性液體之地下管路，內容包含
 - 是否為暗管（除非挖掘，否則平常無法檢視之管路）。
 - 是否有管溝（管路洩漏時會流入管溝）。
 - 相關洩漏監測或改善方案。
- ❖ 核一廠調查結果如下：
 - 暗管只有一條，為兩部機廢料貯存庫之廢液排放管路，且無管溝設計。
 - 改善方案為提出設計修改（DCR）增設管溝，及DCR完工後增加大修時檢查作業。





原能會相關管制

核一/二/三廠地下水防護方案之審查（續）

❖ 核二廠調查結果如下：

- 暗管有二條（兩者均無管溝設計）：分別為兩部機機主汽機廠房之Normal Waste Sump至雜項廢液處理廠房。及雜項廢液處理廠房至一號機機廢液排放口。
- 改善方案：無。因已有洩漏偵測及套管防外洩設計。

❖ 核三廠調查結果如下：

- 暗管有十七條（均無管溝設計）：分別為兩部機反應器正常補水管路、更換燃料池儲存槽進出口管路、硼回收處理系統管路、液體廢料處理系統及洗衣廢水管路。
- 改善方案：已有被覆防蝕保護及陰極保護，另增定期執行地下管路陰極保護功能測試及強震後暗管檢查作業。





結 語

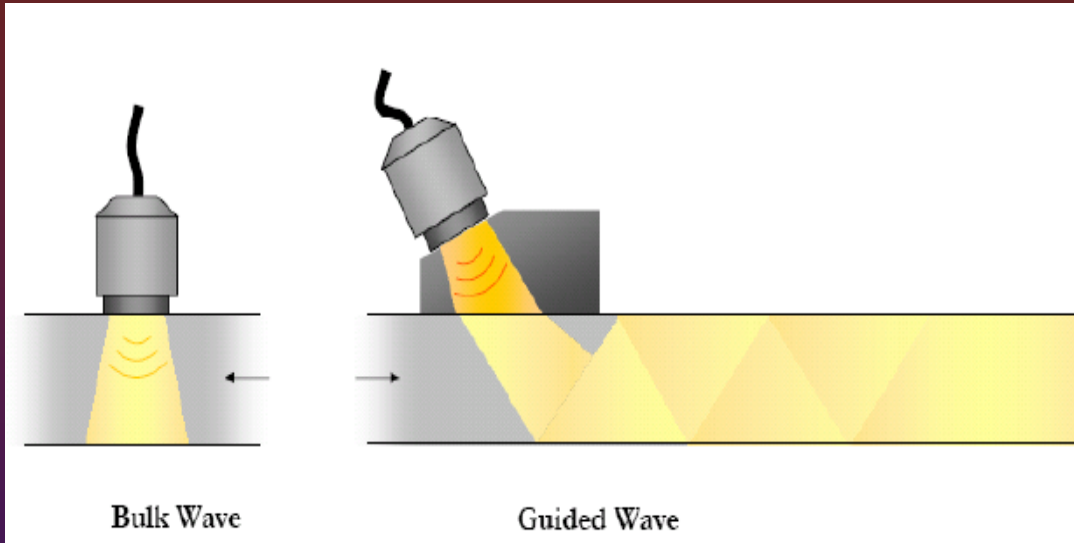
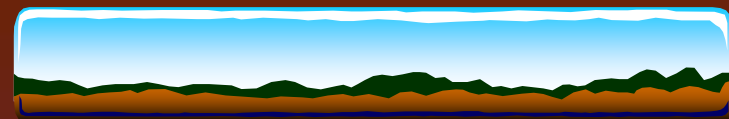
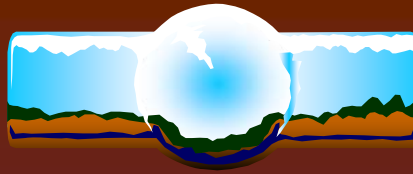
- ❖ 美國工業界及核能電廠，對於地下管線之策略，是分析風險、研擬檢測/修復/更換計劃，美國管制單位對於地下管線則偏重於現行法規/規範/標準之適用性及監管實務之檢討。
- ❖ 目前原能會對地下管線之管制，僅限於含放射性液體之地下管路，美國INPO所統計洩漏機率較高之地下管路（如消防水、緊急冷卻海水及輔助飼水等），及美國工業界及管制單位最近將提出之報告，將有助於進一步檢視國內電廠地下管線之情況。





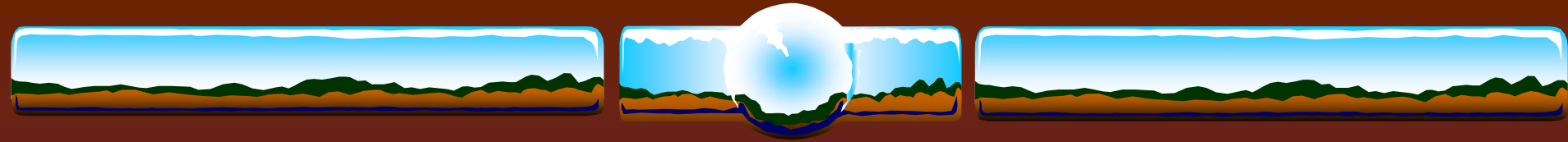
報告完畢
敬請指教





- ❖ Bulk Wave發射於充水管路時，會快速衰減，但 Guided Wave 不受影響（有Coating/Liner管路亦然）
- ❖ Guided Wave可用於檢測 Service Water Piping





CIPP : Insertion of an Inverted Liner

