

工業安全

美國風險管理方案分析

蔡嘉一*

摘要

美國風險管理方案條例於 1996 年 6 月 20 日公佈，同年 8 月 19 日生效實施。清淨空氣法第 112 章(Clean Air Act Section 112)列管了 77 種有毒化學物與 63 種易燃化學物，並規定凡任何設施(固定源)運作上述列管化學物，其量達到所規定之恕限值時，必須提出風險管理計畫(Risk Management Plan, RMP)(40 CFR part 68)。該風險管理計畫必需向美國環保署登錄，並呈報州政府與地方主管機關，作為政府機關與民眾了解該物質運作所應採取之預防與因應措施之參考資料，提高員工與一般民眾之安全保障。

本文針對美國 RMP 方案加予介紹分析，包括列管工廠等級、風險管理計畫內容、廠外後果分析方法，以及該方案所界定之最惡劣情境參數。

【關鍵字】1.美國風險管理 2.清淨空氣法 3.風險管理計畫 (RMP)

*國立中山大學環工所副教授(兼)

一、前　　言

2001 年 5 月 18 日，台灣地區湖口工業區的福國化工廠爆炸一案，可以說是典型的反應爐失控，導致氣雲爆炸；爆炸週遭 200 公尺內玻璃全毀，其威力相當於 1600 公斤的 TNT 炸藥。本意外導致一人死亡與 109 人受傷，相較於歷史上重大工業災害的英國 Flixborough 市化工廠環己烷外洩的氣雲爆炸(相當於 10 噸之 TNT 炸藥)確屬不幸中之大幸。後者危害半徑(以超壓 1psi 計)300 公尺，導致 28 人死亡、89 人受傷。

福國化工廠的爆炸，在其危害範圍內，廠房全毀而且波及廠外，其嚴重性也點出了危害化學物質運作工廠，進行風險管理的迫切性。

世界銀行(World Bank)在貸款給開發中國家設立工廠時，事先要求進行危害評估，以了解一旦發生毒性、易燃性或爆炸性物質意外事故時，其潛在之影響，並藉此找出可能原因和重大危害源，以為風險管理之依據。美國環保署(US EPA)依清淨空氣法(Clean Air Act of 1990)所公布的風險管理方案條例[Risk Management Program (RMP) Rule]，要求工廠所運作之列管毒性或易燃性化學物之量，如超過所規定之恕限值(threshold quantity)，應進行危害評估包括廠外後果分析；其目的是針對某些工業設施，減少其發生重大化學意外之機會，或一旦發生，降低其嚴重性。

本文針對美國 RMP 方案加予介紹分析，並介紹該方案所界定之最惡劣情境參數。

二、美國風險管理方案

美國風險管理方案條例於 1996 年 6 月 20 日公佈，同年 8 月 19 日生效實施。清淨空氣法第 112 章(Clean Air Act Section 112)列管了 77 種有毒化學物與 63 種易燃化學物，並規定凡任何設施(固定源)運作上述列管化學物，其量達到所規定之恕限值時，必須提出風險管理計畫(Risk Management Plan)(40 CFR part 68)。該風險管理計畫必需向美國環保署登錄，並呈報州政府與地方主管機關，作為政府機關與民眾了解該物質運作所應採取之預防與因應措施之參考資料，提高員工與一般民眾之

安全保障。

美國風險管理方案所規範之內容及精神，大體而言與美國勞工安全衛生署(OSHA)之製程安全管理方案(process safety management, PSM)相符，因此不會因為不同法令，而對開發運作者造成重複申報資料之困擾。

2.1 列管工廠等級

美國風險管理方案條例將所列管的固定源設施分為 3 個等級，其判斷流程如圖 1，茲說明如下(表 1)：

方案 1 (Program 1)－製程(process)發生最惡劣災害情境(worst-case)時，其洩漏量所能造成危害的最遠距離內(endpoint distance，或謂終點距離)，沒有公共受體(public receptors)；而且在過去 5 年內也未曾發生洩漏至廠外而導致災害的事故。此類製程只實施有限度的危害評估與最低之預防與緊急因應措施。

方案 2(Program 2)－不適用於方案 1 或方案 3 等級之製程場所者。此類製程必須實施有效的預防方案，以及危害評估、管理和緊急因應措施。

方案 3(Program 3)－製程不適用於方案 1，但需實施聯邦或州政府之 OSHA 方案之 PSM 標準者；或列於北美工業分類系統(North American Industrial Classification System, NAICS)中者，劃歸為方案 3 等級。該製程必須實施 OSHA 的 PSM 標準(作為它的預防方案)、以及危害評估、管理和緊急因應方案措施。

上述所謂「製程」係指下列任何活動涉及列管化學物者⁽¹⁾：

1. 製造
2. 使用
3. 賯存
4. 搬運
5. 廠內運輸
6. 容器

2.1.1 公共受體

上述所謂公共受體係指廠外之住宅區、機關(例如學校、醫院)、一般建築

物、工業、商業以及辦公建築物、公園或遊憩場所等地點，定期有人居住或使用，一旦發生化學物意外釋放，其室內之大眾可能暴露於毒性濃度、輻射熱或超壓。道路和停車場不屬公共受體。

2.1.2 意外事故紀錄

符合方案 1 的製程，需過去五年內不曾發生化學物外洩，導致廠外之人員受傷、死亡或須對環境受體採取因應或復原之措施(表 1)。

受傷係指由於暴露於毒性濃度、輻射熱或超壓所導致之人體健康影響(effect)；這種影響須需尋求醫療處理或住院治療。

環境受體(environmental receptor)侷限於自然地區，例如國家或州立公園、森林或紀念碑等等，而所謂因應與復原措施包括：

- 1.動物屍體，以及受污植物之收集
- 2.土壤之收集、處理與處置
- 3.飲用水之關閉
- 4.受損植物之置換
- 5.受污之自然區之隔離

2.2 風險管理計畫呈報內容

所列管之各等級工廠所應呈報之內容如表 2-2 所示。整個 RMP 計畫係由危害評估(hazard assessment)、預防方案(prevention program)與緊急因應方案(emergency response program)等三部分所組成的。

2.2.1 危害評估

RMP 方案在危害評估方面，包括二個不同的部份：廠外後果分析(off-site consequence analysis)與五年意外事故紀錄(five-year accident history)，其目的是要充分了解工廠到底有那些危害、何處最易受到衝擊、可能發生那些意外與其可能後果，並了解過去到底曾發生那些意外事故。

2.2.2 預防方案

美國 EPA 認為預防方案在避免化學物外洩與保護大眾和環境等三者之中，扮演最重要的角色。屬方案 2 與方案 3 的製程均需擬訂預防方案，而方案 3 製程的預防方案，幾乎是與 OSHA 的 PSM 條例是相同的，具最嚴格的預防方案要

求，共有十二項工作要落實，如表 2。

2.2.3 緊急因應方案

RMP 方案要求所列管之工廠應研訂最適其所需之緊急因應方案，且需反應出當地因應員與社區之潛在需求；它強調廠外之溝通與支援，以及工廠因應之有效性。RMP 條例的緊急因應方案強調⁽²⁾：

1. 鑑定出可能影響大眾或環境之化學物來源。
2. 經由適當之因應，減少暴露於列管化學物之嚴重性。
3. 一旦發生化學物外洩，能對大眾提供即時之警告。
4. 強調特定源之緊急因應資訊與當地緊急因應機構間之協調。

表 1 美國風險管理方案之工廠等級劃分準則⁽¹⁾

方案 1 (Program 1)	方案 2 (Program 2)	方案 3 (Program 3)
過去五年內，無任何意外事故導致廠外發生以下狀況之紀錄者： • 人員死亡 • 人員受傷 • 對環境受體採取因應及復原措施	製程並不適用方案 1 或方案 3 者。	製程並不適用方案 1 者。
在最惡劣意外狀況發生時，其影響之最大範圍內，並沒有公共受體存在。		製程需實施 OSHA 的 PSM。
緊急因應措施與當地之因應機構協調。		該製程類屬於北美工業分類系統 (NAICS code) 中之任一項： • pulp mills(32211) • alkalies and chlorine(325181) • industrial chemicals inorganic (325188) • plastics and resins(325211) • cyclic crudes and intermediates(325192) • industrial organics(325188) • nitrogenous fertilizers(325311) • agricultural chemicals(32532) • petroleum refineries(32411) • petrochemical manufacturers(32511)

註： NAICS Code 以前又謂 SIC Code

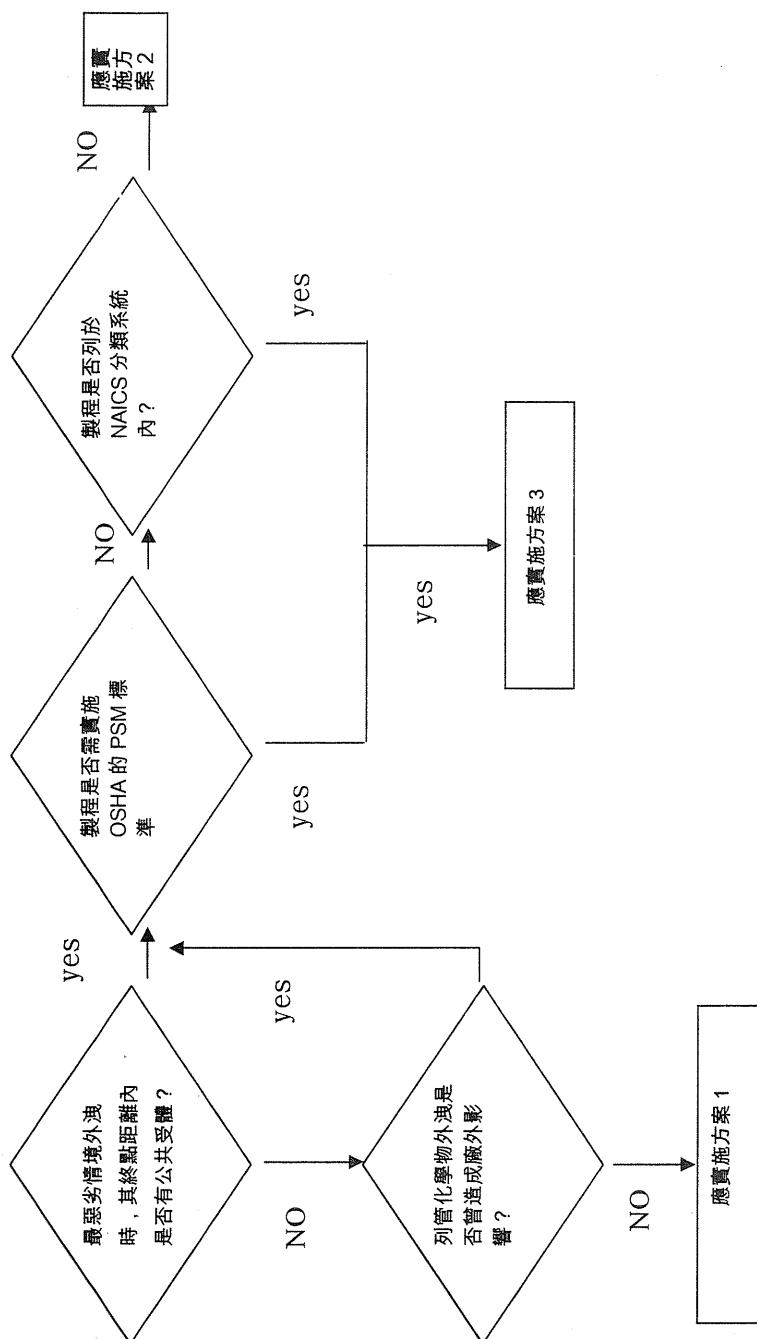


圖 1 列管製程等級判斷流程(1)

表 2 美國風險管理計畫呈報內容⁽¹⁾

製程分類		
方案 1 (Program 1)	方案 2 (Program 2)	方案 3(Program 3)
危害評估		
<ul style="list-style-type: none"> • 最惡劣情境洩漏分析(廠外後果分析) • 5 年意外事故紀錄 	<ul style="list-style-type: none"> • 最惡劣情境洩漏分析(廠外後果分析) • 其他可能發生情境洩漏分析(廠外後果分析) • 5 年意外事故紀錄 • 文件管理系統 	<ul style="list-style-type: none"> • 最惡劣情境洩漏分析(廠外後果分析) • 其他可能發生情境洩漏分析(廠外後果分析) • 5 年意外事故紀錄 • 文件管理系統
預防方案		
無	<ul style="list-style-type: none"> • 安全資料 • 危害回顧(hazard review) • 操作步驟 • 訓練 • 保養維修 • 事故調查 • 法規符合度評核 	<ul style="list-style-type: none"> • 安全資料 • 製程危害分析 • 操作步驟 • 訓練 • 機械完整性 • 改變之管理 • 開火(起動)前檢核 • 事故調查 • 法規符合度之評核 • 員工參與 • 動火許可 • 承攬商
緊急因應方案		
<ul style="list-style-type: none"> • 與當地緊急因應機構協調合作 	<ul style="list-style-type: none"> • 擬訂計畫與方案 • 與當地緊急因應機構協調合作 	<ul style="list-style-type: none"> • 擬訂計畫與方案(如果需要) • 與當地緊急因應機構協調合作

註:因應機構係指警察、消防與醫療服務等單位

表 3 RMP 與 OSHA 之 PSM 內容要求比較

執行項目	OSHA PSM	EPA RMP
登錄(registration)		✓
管理系統(management system)		✓
危害評估(hazard assessment)		✓
廠外後果分析(offsite consequence analysis)		✓
意外事故紀錄(incident history)		✓
預防方案(prevention program)		✓
製程安全資料(process safety information)	✓	✓
製程危害分析(process hazard analysis)	✓	✓
操作步驟(operating procedures)	✓	✓
訓練(training)	✓	✓
機械完整性(mechanical integrity)	✓	✓
改變之管理(management of change)	✓	✓
起動前回顧(pre-startup review)	✓	✓
法規符合度之評核(compliance audits)	✓	✓
意外調查(incident investigation)	✓	✓
員工參與(employee participation)	✓	✓
動火許可(hot work permit)	✓	✓
承攬商(contractors)	✓	✓
緊急因應方案(emergency response program)	✓	✓
風險管理計畫(risk management plan)		✓
大眾溝通(communications to the public)		✓

2.3 廠外後果分析

廠外後果分析是整個風險管理計畫的一個主要作業項目(表 2)，它包括下列二種不同情境之分析：

- 1.最惡劣情境(worst-case scenario)
- 2.其他洩漏情境(alternative release scenario)

方案 1 只需執行最惡劣情境分析，但方案 2 與方案 3 均需同時執行上述二類意外情境分析。

2.3.1 分析參數

在進行廠外後果分析時，它涉及好幾個參數。茲將這些參數說明如下：

1. 終點限值(Endpoint)

廠外後果分析不管所進行的是最惡劣情境或是其他情境，其產品(亦即指分析結果的表示方法)是終點距離。以終點距離為半徑，於地圖上劃圓並配合人口資料，就可以用來決定所模擬的情境對大眾與環境所造成的衝擊。

最惡劣情境之後果分析應依下列終點限值，去決定安全距離(後果距離)：

a. 有毒物質洩漏

毒性物質的終點濃度需依據 RMP 之「廠外後果分析指導手冊」(Offsite Consequence Analysis(OCA) Guidance)(39)所表列之毒性終點限值或取 EPRG-2；其無 EPRG-2 者，取 LOC 值。LOC 是取 IDLH/10，如果化學物沒有 IDLH 的資料，IDLH 值依下列的毒性數據的先後順序估計之：

- $LC_{50} \times 0.1$
- LC_{LO}
- $LD_{50} \times 0.01$
- $LD_{LO} \times 0.1$

應注意，如以 LD_{50} (mg/kg)推估 LOC(ppm)時，應以下列公式換算之：

$$\text{mg/m}^3 = \frac{(\text{LOC})70\text{kg}}{0.4\text{m}^3}$$

上式中，70kg 代表一位成人體重，0.4m³是 30 分鐘內成人所吸進的空氣量。

b. 易燃物質洩漏

依所發生之意外型態不同而異：

- 氣雲爆炸(vapour cloud explosion)--終點限值為超壓 1psi，爆炸中心位於外洩源與 LFL 濃度之中點。
- 熱輻射/暴露時間--池火(pool fire)、噴射火焰(jet fire)與火球(BLEVE)之熱輻射終點限值為 5kW/m²，暴露時間為 40 秒。
- 閃火(flash fire)--氣雲燃燒之終點限值為 LFL；LFL 取 NFPA 或其它被認可來源之 LFL 值。

2.風速/大氣穩定度(Wind Speed/Atmospheric Stability)

當考量最惡劣情境之洩漏時，採用分析之風速為 1.5m/sec、大氣穩定度為 F 級。若分析者可以得到該地在最近 3 年內之氣象資料，其中如有較高之最低風速(highest minimum wind speed) (大於 1.5m/sec)，或具較不穩定之穩定度，亦可採用該氣象條件。當分析其它情境時，分析者可用該地一般之氣象狀況進行分析。

3.大氣溫度/濕度(Ambient Temperature/Humidity)

當考慮最惡劣洩漏情境時，應採用當地或附近氣象站之近三年的氣象資料中之平均濕度與最高之每日最高溫度(highest daily max. temperature)；如果採用 US EPA 所編寫的廠外後果分析指導手冊(RMP OCA Guidance)，可用 25°C 及濕度 50%(RH)。至於分析其它意外情境時，則可採用當地或附近氣象站的溫度/濕度資料。

4.洩漏源高度(Height of Release)

最惡劣意外情境時，可假設洩漏源位於地面；至於其它洩漏情境，洩漏源高度依各別情境而定。

5.表面粗糙度(Surface Roughness)

分析者選定適當的地形：市區地形(urban)或鄉村地形(rural)。市區地形意謂該鄰近地區有許多障礙物，例如建築物、樹木等；鄉村地形則謂該鄰近地區並無建築物，且為平坦之地形。

6.氣體密度(Gas Density)

不管是取最惡劣或其他情境，所使用的分析方法一定要考量氣體密度(重質氣體或中性浮力氣體)。

7.洩漏化學物之溫度(Temperature of Released Substance)

除了冷凍液化氣體外，分析最惡劣意外情境時，所有固定源之液體洩漏，溫度應參考過去三年氣象資料中之最高之每日最高溫度；但如果製程溫度較高，應取製程溫度。至於其它意外情境之分析，可取製程溫度或大氣溫度，視各別情境而定。

如為冷凍液化氣體，則假設於沸點外洩。

2.3.2 最惡劣洩漏情境分析

分析者應依其製程之類別，於風險管理計畫中提出下列要項：

- 屬於方案 1 之製程：需針對每一種製程，考慮一種最惡劣洩漏情境。

- 屬於方案 2 與方案 3 之製程：

- 對所有列管之危害物質可能造成意外事故，其可能影響之範圍或距離作一個最惡劣情境的分析。
- 對列管之易燃物質可能造成之外洩所分析之製程，會對該地造成潛在性之影響時，亦必須對該製程作一個最惡劣意外情境之分析。

1.洩漏量之決定

該值必須為下列所述中之較大值者：

- 容器內之化學物質：其洩漏量為單一容器內所含之最大量，並考量相關管理控制措施所作之減量，例如儲槽祇能存放 90%內容積，則貯存量取 $0.9 \times$ 容積。
- 管線中之化學物質：以單一管線中之最大承載量為其最大洩漏量，並考量行政控制措施所作之限制。

2.有毒氣體

對於有毒物質在常溫(25°C 或 77°F)呈氣態、或常壓下液體之蒸氣，可假設容器中或管線中具最大承載量發生 10 分鐘之洩漏，而洩漏速率則為總洩漏量除以洩漏時間(10 分鐘)；最大洩漏量之決定依上述第一點為之。

對於在室溫之液化冷凍(非加壓)氣體，其釋放速率估計應注意下列情況：

- 若該洩漏物質並非置於截流設備(例如防液堤或室內)內，或該截流液池之深度不大於 1 公分，則分析者可假設該物質以氣體型態洩漏 10 分鐘。
- 若防液堤內之外洩池深度超過 1 公分，可假設為瞬間洩漏，並形成一液池，此時該液化氣體在沸點於液池蒸發。

3.有毒液體

於常溫下為液態者，視容器內或管線中之物質為瞬間洩漏並形成一液池；其洩漏量之決定依上述第一點為之：

- 外洩池之表面積用來計算揮發速率。無防液堤者，其外洩池深度假設為 1 公分；具防液堤者，則瞬時覆蓋整個面積。

- 若外洩池之表面並非平滑或鋪面，則可考量實際表面特性。

外洩池之揮發速率應考慮三年內之最大日最高溫度、容器內該物質之溫度及洩漏物質之濃度。蒸發至大氣之速率應由該外洩池之揮發速率來決定，可採用 RMP 之「廠外後果分析指導手冊」或其它受工業界承認之商業技術。

4.易燃物質

如果是易燃物質，應假設該物質以揮發型態造成一蒸氣雲爆炸，並以超壓 1psi 去估計終點距離。若採用 TNT 當量法者，則釋放係數採 10%，亦即只有 10% 的可燃性氣雲參與爆炸。

5.應用之參數

應採用前面所提之分析參數(第 2.3.1 節)來計算終點距離。可採用 RMP 之「廠外後果分析指導手冊」所列之方法或採用任何商業或大眾可取得之空氣擴散模式。

6.被動式災害減輕設施之考量

被動式災害減輕設備(passive mitigation system)於最惡劣情境分析中，具有預防洩漏物質發生意外事故或是緩和已發生之意外事故擴大的功能，於分析中可列入考量。被動式災害減輕設備包括防液堤、防火牆與防爆牆。

7.其他考量

儘管如前所述，分析最惡劣意外情境時應考慮物質之最大洩漏量，但如果因下列因素而造成所分析出之終點距離大於依最大洩漏量考量之結果，則應採用後者：

- 該物質量雖少，但處於較高的製程溫度或壓力。
- 該物質所在處接近固定源之邊界。

2.3.3 其他洩漏意外情境分析

美國 RMP 方案對於有毒物質與易燃物質是否要進行最惡劣情境以外之其他外洩情境之分析，有不同之規定。如果是毒性物質，祇要其運作量超過恕限值時，就需進行其他洩漏情境之分析；但如果是易燃物質，當其運作量超過恕限值時，只需分析一個代表性之物質就可以了。例如某工廠使用五種列管化學物-氯、氨、氯化氫、丙烷與乙炔，且每一種化學物之運作量均超過恕限值。氯、氨、氯化氫屬毒性物質，均需各別分析一種外洩情境；丙烷與乙炔屬易燃物質，僅需就其中選一種以為代表，進行其他外洩情境分析就可以了。

1. 決定所需考量之意外情境

應界定並針對每一種列管之有毒物質在一製程或運作行為中，執行至少一種意外情境之分析；而對所有易燃物質於製程或運作行為中，亦分析至少一種意外情境。

2. 考慮各種意外情境

於分析各種意外情境時，應考慮：

- 比所分析之最惡劣意外情境更可能發生的情境。
- 會到達廠外終點處之情境。

洩漏意外情境之分析亦應包括下列各單元：

- 轉輸管脫落。
- 由於法蘭、連接處、焊接處、閥與閥密封處及排水處等失敗造成製程管線之洩漏。
- 製程容器或幫浦因龜裂、密封處或排水處或堵塞處失敗所導致之洩漏。
- 容器滿溢和外洩，或因超壓造成釋放閥或破裂板閥排放。
- 裝載貨物之容器因搬運不當、破裂或穿刺而導致洩漏。

3. 應用之參數

依前面所提之分析參數，來決定終點距離。分析者可採用 RMP 的「廠外後果分析指導手冊」所提供之方法(圖表)，或採用任何商業或大眾可取得之空氣擴散模式。

4. 災害減輕設備之考量

主動式和被動式災害減輕設備(active and passive mitigation systems)對洩漏事故有預防或減緩之效果，故可列入考量。主動式設備包括灑水系統、水幕(water curtain)、泡沫滅火系統與超流閥。

2.3.4 對人員生命之衝擊

影響範圍--應於風險管理計畫報告書內，以洩漏源為圓心、終點距離為半徑劃圓，考量此範圍內對人員生命的影響。

人員生命之定義--人員應包括居民、公共設施(學校、醫院、監獄)、公園、休閒場所、主要商業區及工業區等人員。

可靠的資料來源--分析者可利用最近期之人口調查資料，來估計可能受影響之

人口數。

準確度－人口數的估計應取二位有效數字，例如 21,665 應取 22,000。

2.3.5 環境衝擊

應於風險管理計畫報告書中，以洩漏源為圓心、終點距離為半徑，對此範圍內考量意外對環境受體者之影響。分析者可採用當地的地理調查圖或有關海巡署所提供之相關資料，來確認該範圍內的環境受體。

2.3.6 回顧與更新

工廠之所有人或操作者(owner or operator)應對廠外後果分析結果，至少每五年進行一次回顧及更新。如果因製程改變、儲存或運作量改變，或任何相關的設備及措施，可能改變分析結果(終點距離之增加超過 2 倍(含)以上)，應於六個月內重新修訂並提出風險管理計畫。

2.3.7 資料之建檔

業者在做完廠外後果分析後，應將下列資料建檔：

- 如果先執行最惡劣意外情境分析，應保存之相關文件包括：所分析之物質及容器或管線之描述、所用之各項假設與參數設定、及其選用之依據。
- 如果是執行其它意外情境分析，相關文件保存亦如前項所示。
- 所估計之洩漏量、洩漏速率及洩漏延續時間(release duration)。
- 決定終點距離的分析方法。
- 可能受影響人口及環境受體之估計之相關資料。

2.3.8 後果分析模式

美國 RMP 的廠外後果影響分析之進行，並未特別指出一定要用那一套模式，只要其模擬分析過程符合 RMP 之規定，任何公開或商業之模擬程式皆可應用。

US EPA 所開發的那一套簡易化學物質「廠外後果分析指導手冊」是依據危害物質洩漏方程式及歷年意外事件洩漏資料所發展建置的，業者可利用相關計算方程式及表圖，自行計算出意外災害事件的危害距離(終點距離)。

此外 US EPA 與國家海洋暨大氣總署(National Oceanographic and Atmospheric Administration, NOAA)依據「廠外後果分析指導手冊」，共同發展一套 RMP*CompTM 電腦模式，免費提供業者計算列管化學物洩漏之下風處距離，簡化申報計算程序。

2.4 五年內意外事故紀錄

如前所述，危害評估包括五年意外歷史(表 2)，因此業者在呈報風險管理計畫前，需針對其列管製程曾在五年內因發生意外事故，而造成死亡、傷害、重大財產損失或生態之嚴重破壞等資料，加以蒐集，並檢討之。

每一件意外事件紀錄內容應包括下列資料：

- 發生日期、洩漏時間
- 洩漏延時(洩漏持續時間)
- 洩漏之化學物質
- 洩漏量
- 事故型態--氣體釋放、液體外洩/蒸發、火災、爆炸
- 洩漏源--儲槽、管線、製程容器(process vessel)、轉輸管(transfer hose)、閥、幫浦、接頭、其他。轉輸管往往是暫時用來連接兩個或以上之容器。
- 氣象狀況--風速與方向、溫度、穩定度、雨量
- 現場衝擊--死亡、受傷、財產損害
- 廠外衝擊--死亡、受傷、撤離人數、庇護所人數、環境傷害
- 事故主因--工具失效、人為錯誤、氣象原因、其他
- 意外發生構成因素--工具失效、人為錯誤、不當操作步驟、超壓、製程條件不良(例如壓力或溫度增加)、維護不當、不合格工具之使用、不尋常之天氣條件等
- 廠外因應機構是否通知，所採取之回應。
- 經調查後，製程或操作上所採取之改變措施。

2.5 災害減輕系統

前面所提到的災害減輕系統係指特殊活動、技術或工具，被設計或佈置來捕集或控制容器內容物之外洩，以減輕大眾或環境之曝露。

RMP 將此系統劃分為被動式與主動式二種：

- 被動式災害減輕系統(passive mitigation)：指工具、裝置或技術，無需藉用人工、機械或其他外加之能量而能運作者，例如防液堤、防火牆、防爆牆等。
- 主動式災害減輕系統(active mitigation)：指工具、裝置或技術，需藉用人工、

機械或其他外加之能量將其運作者，例如灑水系統、泡沫消防系統、水幕、超流閥、與拉斷閥等。

三、結論

國內常用的化學物質種類超過三萬多種，其特性也各不相同；近年來更因工廠遍佈而威脅加大，因此如何有效管理危害化學物為當今政府施政之重要課題。美國環保署危害化學物的「風險管理方案」(RMP)可提供規劃/調整我國固定設施之危害化學物之風險管理制度的一個新方向，將工廠分級管理，並整合其預防措施、危害評估與緊急應變；其內容至少應包括：

- 1.列管化學物名稱(毒性與易燃性化學物)
- 2.列管恕限值(threshold quantity)
- 3.列管工廠分類標準
- 4.廠外後果分析方法(參考世界各國)，包括
 - 惡劣情境(the worst-scenario)之界定(包括流量-氣象)
 - 終點限值(end-point)(毒性濃度、超壓、輻射熱)
 - 終點距離(end-point distance)
 - 分析模式之推介

參考文獻

1. 下列網路資料有助於了解與執行 RMP 方案：
 - EPA guidance <http://www.epa.gov/scram001/>
 - CEPPO Homepage www.epa.gov/ceppo/
 - RMP*SubmitTM Program <http://www.epa.gov/swercepp/rmp-dev.html>
 - RMP*CompTM <http://response.restoration.noaa.gov/chemaids/rmp/rmp.html>
 - CAMEO 與 ALOHA www.nsc.org/ehc/cameo.htm
 - CAMEO <http://epa.gov/ceppo/cameo/contact.htm>

- NAICS code web page www.census.gov/epcd/www/naics.html
 - ALOHA <http://safety.webfirst.com/ehc/cam/aaloha.htm>
2. US EPA, General Guidance for Risk Management Program, EPA550-B-00-008, 2000.
3. US EPA, Risk Management Program Guidance for Off-site Consequence Analysis, EPA 550-B-99-009, 1999.
4. Walter, R. I., Practical Compliance with the EPA Risk Management Program, AIChE, 1999.