整合性的土壤管理政策—
產業界的觀點

劉國忠

環境保護處處長

中鋼公司 生產部門

048603@mail.csc.com.tw

中技社96年度秋季環境與能源研討會－
土壤及土地管理，
96年10月24日，台灣科技大學，台北

內　容

1. 前言
2. 對產業界的重要議題
3. 國際上的發展概要
4. 未來改善建議
5. 結語

1. 前言

1.1 國內的相關法規架構

(1)土壤與地下水法規

(A)土壤及地下水污染整治法(土水法)：2000年2月制定，2003年1月修訂。用意在針對經濟發展及環境改變所衍生的土壤、地下水問題予以妥善管理。其中第十七條規定，得依環境影響與健康風險評估的結果提出污染整治目標。

(B)土壤、地下水污染管制標準：2001年11月制定了土壤、地下水的「監測基準」及「管制標準」。超過「管制標準」之污染場址則列管為「控制場址」。

(1)土壤與地下水法規-2

(C)土壤及地下水污染控制場址初步評估辦法(簡稱「初步評估辦法」: 2003年5月制定，2006年修訂。其中第二條規定，「控制場址」經初步評估有嚴重污染者，中央主管機關應公告為「整治場址」。第六條則規定了健康風險評估的使用方式。

(D)土壤及地下水污染整治法施行細則 : 2001年10月制定，建立了「土水法」施行的原則，以及中央與所在地主管機關的權責及施行方式。

1.1 國內的相關法規架構-2

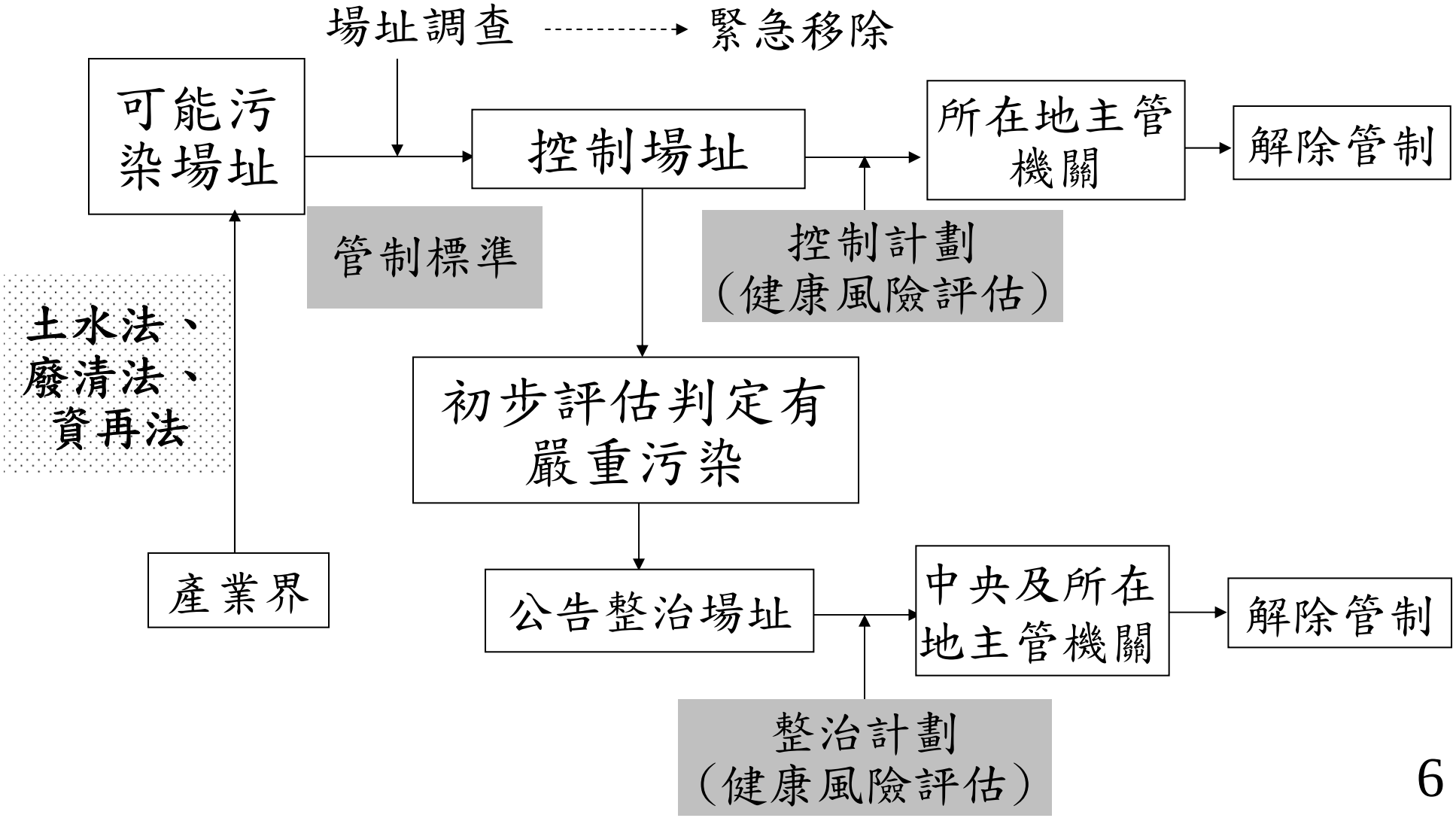
(2)廢棄物與資源再利用法規

(A)廢棄物清理法(廢清法)：1974年7月制定，最近一次修訂在2006年5月。其用意在有效的清除及處理廢棄物，改善環境衛生，並維護公共健康。其有關有害事業廢棄物認定標準的子法，乃於2001年3月制定，最近的一次修訂在2007年3月。

(B)資源回收再利用法：2002年7月制定。2003年8月時制定了施行細則。其用意在節約天然資源，減少廢棄物，節約自然資源使用，減少廢棄物產生，促進物質回收再利用，以減輕環境負荷，建立資源永續利用之社會。

- 兩法合一的工作目前正進行中。

1.2 土壤、地下水之污染、管理及解列程序



1.3 本報告之要點

(1)探討對產業界的重要議題:包括:

(A)如何在符合土壤、地下水法規之下妥善的進行資源再利用，尤其是將鋼鐵業的煉鋼爐渣用為再生營建材料。

(B)適切而不過於嚴格的土壤管制標準及整治目標，尤其是對鋼鐵業最關切的鉻與鋅。

(C)務實之污染場址整治與再利用

(2)了解國際發展現況：以所蒐集的各類資料做為基礎。

(3)對土壤管理政策提出建議：乃以本報告所蒐集及整理的資料為依據，並參考我國的國情。

2. 對產業界的重要議題

2.1 符合環保法規的再利用方式

(1) 對再生資源的需求大幅增加：由於我國天然物料的供應逐漸減少及價格高漲，再生營建材料的需求及重要性均逐漸提昇。

(2) 降低環境負荷是重要考量：再生營建材料的產出量通常頗大，需採用妥善的再生及再利用方式以降低其對環境的負荷，並經由具有公信力的第三者檢驗合格，始能獲得政府與民眾的普遍認同。

2.1 符合環保法規的再利用方式-2

(3)嚴格管制有害廢棄物：超過TCLP、易燃性、腐蝕性、反應性之標準以及超過戴奧辛含量標準等之有害廢棄物，均不能用為再生營建材料。

(4)再利用之核准:再利用方案可經由下列程序被政府核准：

－由目的事業主管機關核定為產品或商品(較少)。

－經由通案公告或個案申請被核准再利用於適當的用途。

(5)明確的環境準則：對再生營建材料尚無其他明確應遵守的環境準則，為目前對產業界較困擾之處。

2.1 符合環保法規的再利方式-3

(6) 主管機關的主要關切：若再生營建材料中含有較高量之有害物質時，土壤、地下水的主管機關頗關切其對土壤、地下水可能造成的污染，其主要的考量包括：

(A)可能透過界面造成污染：再生營建材料在被利用於工程的生命週期中，可能透過其與土壤接觸的界面釋出有害物質，因而污染土壤、地下水。

(B)混入土壤後的嚴重污染:若再生材料在堆存及利用時被混入土壤，則對土壤、地下水的污染可能更為嚴重。

2.1 符合環保法規的再利用方式-4

(7)其他相關問題：包括：

(A)如何在「促進資源再利用」與「土壤、地下水保護」之間取得平衡? 是否應針對再生材料中的污染物制定「含量管制」之準則?

(B)TCLP方法是否適合用於評估再生營建材料中有害物質的溶出特性? 或者應建立更適當的溶出方法?

(C)再生營建材料在生命週期之後挖除時，應如何妥善處理才符合環保的要求?

2.1 符合環保法規的再利用方式-5

(8)產業界遭遇的問題：由於上述的狀況，產業界在推廣再生營建材料之應用時，易遭遇下列主要問題：

(A)外界的質疑及反對：將再生材料應用於與土壤有關的用途時，由於環保法規中對環境符合性的要求不夠明確，因而易引起外界的強烈質疑，甚至導至某些地區居民的強烈反對。

(B)未來的責任與風險：在是否符合「土水法」的不明的情況下，再生營建材料被用於與土壤接近的用途時，易有污染土壤及地下水的疑慮，並因而衍生未來的責任與風險。

2.1 符合環保法規的再利用方式-6

(9)最近的發展：

(A)推動焚化爐灰渣的再利用: 環保署非常關切焚化爐底渣的妥善資源化，因而積極了解國際上的發展，並依據我國的國情建立了適當的解決方法。

(B)制定了三級的品保系統: 環保署於96年7月針對焚化爐底渣主要的環境考量制定了「三級的品質保證系統」，以推動焚化爐底渣在道路級配及其他營建工程的應用。此系統中包含了「環境品質標準」與「再利用的用途」。

(C)應可沿用於其他再生材料：上述的「環境品質標準」與「再利用的用途」若可填補我國現行法規體系中的空缺，應可一體適用於其他類別的再生營建材料。

(D) 底渣處理後再利用產品的品質標準
(至少每500 公噸應檢測一次)

		第一類型	第二類型	第三類型
毒性特性溶出程序(毫克/公升)	總鉛	≦5.0		
	總鎘	≦1.0		
	總鉻	≦5.0		
	總硒	≦1.0		
	總銅	≦15.0		
	總鎖	≦100.0		
	六價鉻	≦0.25	≦0.25	≦2.5
	總砷	≦0.50	≦0.50	≦5.0
	總汞	≦0.02	≦0.02	≦0.2
水溶性氯離子(%)		≦0.024	----	----
戴奧辛毒性濃度當量(ng I-TEQ/g)		≦0.1	≦0.1	≦0.1

(E) 三級焚化爐底渣再利用的用途

第一類型	第二類型	第三類型
–級配粒料基層、基地及路堤填築 –控制性低強度回填材料 –混凝土添加料、瀝青混凝土添加料、磚品添加料 –其他用途	–級配粒料基層、基地及路堤填築 –控制性低強度回填材料 –無筋混凝土添加料、瀝青混凝土添加料、磚品添加料	-基地及路堤填築 (每一再利用場所之使用量應在一萬公噸以上，使用前應先檢具底渣再利用產品之隔絕、控制及監測計畫，報經中央主管機關核准後始能辦理)

2.2 土壤管制標準與整治基準

—我國的「土壤管制標準」具有下列特性：

(1)分類方式簡化：由於住宅、商業及工業區易混雜，因而乃將其土壤歸為一類管理。另針對「食用作物農地」及相關的物質制定較嚴格的管制標準予以管理 (與日本的「土壤環境基準」相似)。

(2)對工業區土壤的管制甚為嚴格：由於我國對工業區土壤的管制標準與住宅、商業區相同，又與「食用作物農地」土壤的管制標準相去不遠，因此，工業區的場所及其附近地區的土壤易具有高污染風險。

2.2 土壤管制標準與整治目標-2

— 例如，我國對非「食用作物農地」中重金屬的管制標準及監測基準如下表所示：

	砷	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅
管制標準	60	20	250	400	20	200	2,000	2,000
監測基準	30	10	175	220	10	130	1,000	1,000

(3)管制標準具有強制性：我國的土壤管制標準有嚴格的強制性(與國外一些「警戒值」或「指引值」的意義有所不同)。超過「管制標準」的場址會被評定為受到污染而成為有整治責任的「控制場址」或「整治場址」。

2.2 土壤管制標準與整治目標-3

(4)理想性的整治目標：在現行的「土水法」之下，污染場址的「整治標準」是將土壤回復到「管制標準」以內 。由於「管制標準」較為理想性，以致土壤整治常十分昂貴而難以施行。「土水法」雖允許應用「健康風險評估」來決定「整治目標」，但實務上極難實施。

(5)污染場址的多重限制:「土水法」對於未回復到「管制標準」以內的受污染場址有頗多的責任與限制，例如應提供檢測資料，若未提供土地移轉後仍應負責(第八條)，設立、停業、歇業時亦然(第九條)，以及禁止處分的限制(第十五條）。

2.2　土壤管制標準與整治目標-4

(6)未充分應用健康風險評估：

(A)決定整治目標的一種方式:在「土水法」第十六條中，允許採用健康風險評估方法。但必需取得所在地主管機關的核准。

(B)甚難被廣為接受：基於各種原因，以健康風險評估方法決定「整治目標」的案例甚難被所在地主管機關接受。各界亦有不少懷疑，這種十分複雜的評估方法是否能在我國被妥善運用而不產生後遺症。

3.1 土壤管制法規－荷蘭

(1)一體適用的土壤基準 :荷蘭以風險評估為基礎，制定適合各類土地用途(包括農業)的基準值。

(A)目標值: 基本上是物質在環境中的背景值。

(B)介入值: 被視為有嚴重污染的判別基準值(土壤體積 >25立方米)。

(C)嚴重污染的指標水準: 水準值較不確定，通常是針對尚無足夠之生態及毒理資料的物質(例如鈹、硒、銻、銀等)。

3.1 土壤管制法規－荷蘭-2

(2)重金屬的基準值：對 8 種重金屬的「介入值」與我國對「食用作物農地」的「管制標準」相當接近，如下表所示：

	砷	鎘	總鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅
目標值	29	0.8	100	36	0.3	35	85	140
介入值	55	12	380	190	10	210	530	720
(我國農地的管制標準)	(60)	(5)	(250)	(200)	(5)	(200)	(500)	(600)
(我國非農地的管制標準)	(60)	(20)	(250)	(400)	(20)	(200)	(2000)	(2000)

(* http://www.sharedspaces.nl/Docs/internationaal/annexS_I2000.pdf)

3.1.2 土壤管制法規－德國

(1)以暴露途徑及風險為基礎的基準值：

(A)起動值(Trigger Values)：土壤法規中制定了對各州統一的土壤篩檢水準。超過「起動值」時，主管機關必須決定是否需做仔細的現地調查，以供進一步評估。

(B)行動值(Action Values)：當已有良好的科學依據時，土壤法規中亦一併制定統一的「行動值」。超過「行動值」表示已達到一定的危害水準，因而無需再做現地調查及評估，而應採取進一步的行動。

3.1.2 土壤管制法規－德國-2

(2) 鉻及鋅的「起動值」及「行動值」：例如針對「直接攝取」及「額外的年負載量」：

		起動值				行動值
		兒童遊樂場	住宅區	公園/休閒區	工商區	
直接攝取 (ppm)	鉻	200	400	1,000	1,000	----
	鋅	----	----	----	----	
額外的年負載量 (公克/公頃-年)	鉻	300				----
	鋅	1200				

3.1.3 土壤管制法規－加拿大

(1)聯邦政府的「土壤品質指引(SQGS)」：

(A)以風險評估為基礎：「土壤品質指引」都是經由風險評估方法所計算而得。

(B)對不同土地用途分別制定SQGs：針對不同的土地的用途，依據所設定的受體(Receptors)及暴露途徑(Exposure Pathways)計算SQGS。

(C)數值較保守而嚴格：由於選擇了多種的暴露途徑及受體，故加拿大聯邦政府所得到的SQGS也屬較為保守而嚴格。然而，因不像荷蘭需適用於任一種土地用途，故SQGs較荷蘭的「介入值」略為寬鬆。

(1)聯邦政府的「土壤品質指引(SQGs) -2

(D)制定SQGs時所選擇的暴露途徑及受體如下表所示：

暴露途徑	農業用地	住宅/公園地	商業用地	工業用地
土壤接觸	農作物/植物 哺乳類動物 營養素循環鏈 牲口/野生動物	植物 哺乳類動物 營養素循環鏈 野生動物	植物 哺乳類動物 營養素循環鏈	同左
土壤及食物	牲口/野生動物	-	-	-
人類健康	小孩	小孩	小孩	成人

3.1.3 土壤管制法規－加拿大-3

(2)各省的「土壤品質指引(SQGs)」：

(A)各省可依據其各自的地質及生態狀況等來計算SQGs。

(B)各省的 SQGs 通常較聯邦的 SQGs 寬鬆。

(3) SQGS 並非整治目標：聯邦或各省的 SQGs 均非「整治目標」，而通常被視為「起動值(Trigger Values)」。超過 SQGs時只表示需要做進一步的現地調查。

(http://www.ec.gc.ca/etad/csmwg///pdf/comp_rev_e.pdf)

3.1.3 土壤管制法規－加拿大-3

－聯邦及主要各省對鉻及鋅的(SQGS) (ppm):

	土地用途	總鉻	六價鉻	鋅
聯邦 (2001年版)	住宅區	64	0.4	200
	工業區	87	1.4	360
安大略省*	住宅區	750~2,500	8~600	600~2,500
	工業區	750~5,000	8~1,100	600~5,000
魁北克省	住宅區	250	-	500
	工業區	800	-	1,500
英屬哥倫比亞省*	住宅區	60~250	-	150~15,000
	工業區	60~800	-	150~15,000

(http://www.ec.gc.ca/etad/csmwg///pdf/comp_rev_e.pdf)

3.1.4 土壤管制法規－日本

(1) 土壤環境基準：

(A)1991年制定。

(B)土地用途區分為農地及非農地(與我國目前相似)

(C)對非農地的重金屬採用「溶出基準」，所使用之溶出液的 pH 在 5.8~6.3 (酸性遠較TCLP為低)

(2) 增列「含有量基準」: 2002年時，在「土壤污染對策法」中，針對若干污染物質制定了「含有量基準」。其中包括毒性較高的幾種重金屬(例如汞、鉛等)。

3.1.4 土壤法規標準－日本-2

(1)溶出及含有量基準的現況：如下表所示：

重金屬	土壤溶出量基準＊	土壤含量基準
六價鉻及其化合物	0.05mg/l以下	250mg/kg以下
鉛及其化合物	0.01mg/l以下	150mg/kg以下

＊溶出液的 pH 在 5.8~6.3

(日本特定有害物質及び指定区域の指定基準,
http://www.env.go.jp/press/file_view.php3?serial=4213&hou_id=3845)

3.2 土壤整治目標

— 風險評估方法逐漸普遍：在先進國家已成為一種趨勢，其特色包括：

(A)由理想性轉向務實：嚴格的「介入值」或SQGs已不再被用為「整治標準」。根據土地用途及風險評估為基礎計算的「整治目標」在「成本有效性」方面明顯較為優越。

(B)可帶動「自願性整治」：以風險評估為基礎時，所形成的市場機制足以帶動「自願性整治」。

(C)採用適當的健康風險:視場址情況，通常選擇10^{-4}到10^{-6}之間。

3.2 土壤整治目標－荷蘭

(1)新的整治政策：在1999年底時，荷蘭政府向國會說明了土壤整治的新政策，表示將做相當大幅度的轉變。

(2)目的：運用新的方式及地方、私人企業的資源，在25年之內控制住嚴重的土壤污染問題。

(3)三項要素：

-用途導向及符合「成本有效性」的整治方法

-市場機制

-有效能的政府。

(http://www2.vrom.nl/Docs/internationaal/briefVTNZPronk.pdf)

3.2 土壤整治目標－德國

(1)聯邦政府制定土壤保護法案：德國的土壤保護法案在1999年生效。其中一項重要的目的，是允許受污染土地在符合實際需要的情況下持續做有利的使用以便減少對綠地的開發。

(2)地方負責執行: 具有專業能力的地方主管機關負責各疑似污染場址之登錄、調整及風險評估的工作。亦可根據聯邦政府的風險評估方法自行計算土壤管制的「起動值」及「行動值」。

(http://www.clarinet.at/library/Ferguson_Paper_Policies.PDF)

3.2政策性議題 –德國-2

(3)減緩土地消耗是一項關鍵議題

－根據德國聯邦統計局的數據，德國土地的消耗量由2000年的129公頃/天，下降到2001年的117公頃/天。環境部認為這是轉往正確方向的一步(過去幾年都持續上升)。

－聯邦政府在德國的永續發展策略上設定了一個目標，要在2020年之前將土地的消耗量下降到30公頃/天。

(1. Joachim Sanden, The German Political and Legal Framework for an Effective Clean-up and Revitalizing of Contaminated Sites, The 5th International Workshop on Geo-Environmental Restoration, pp22-31 (2002).
2. Soil Conservation-Soil and habitats will benefit from reduction in land consumption, http://www.bmu.de/english/soil_conservation/doc/4982.php)

德國－依土地用途所選擇的暴露途徑

暴露途徑 / 土地用途	攝取土壤	吸入土壤	土壤由皮膚滲入
兒童遊樂場	✓	✓	✓
住宅區	✓	✓	✓
公園及休閒用地	✓	✓	✓
工業、商業用地	-	✓	-

(http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ableitbilanz.pdf)

3.2 土壤整治目標－美國

(1) 「超基金」場址的「篩檢水準」：由於美國環保署總部及三個區域性分部，分別針對土壤、地下水等制定了「篩檢水準」。均採用風險評估方法並依據土地用途來計算，並非整治目標。

(2)各州發展的整治目標: 各州亦可自行發展其整治目標，大都是以風險評估為基礎。

(3)具有相當的差異性：由於所用的方法不同(是否採風險評估方法)，以及所用之內設參數等的不同，聯邦政府及各州的整治目標可能有頗大的差異。

-「超基金」中四種非強制性的基準

法規類別*	制定單位	有害物質項目
1. 場 址 篩 檢 基 準 (Site Screening Levels, SSLs)	美國環保署	110種
2. 以風險為基礎之含量基準(Risk Based Concentrations, RBCs)	美國環保署第三區	436種
3. 特定媒介之篩檢基準(Medium-Specific Screening Levels, MSLs)	美國環保署第六區	465種
4. 初步整治目標(Preliminary Remediation Goals, PRGs)	美國環保署第九區	597種

* 除SSLs是1996年的版本外，其餘均為2004或2006年更新版。

3.2 土壤整治目標－美國-2

(4)超基金對土壤中鋅的篩檢基準：如下表所示：

聯邦政府超基金	潛入地下水之稀釋因子		住宅區	工業區
	DAF=20	DAF=1		
1. SSLs(場址篩檢基準)	12,000	620	-	-
2. RBCs(風險考量基準))	–	–	23,000	310,000
3. MSLs(篩檢基準)	–	–	23,000	100,000
4. PRGs(初步整治基準)	–	–	23,000	100,000

州政府	住宅區	非住宅區
1. 亞利桑那州	23,000	510,000
2. 加州	23,000	100,000
3. 佛羅里達州	26,000	630,000
4. 馬里蘭州	2,300	61,000
5. 賓州	66,000	190,000

3.2 土壤整治目標－美國-3

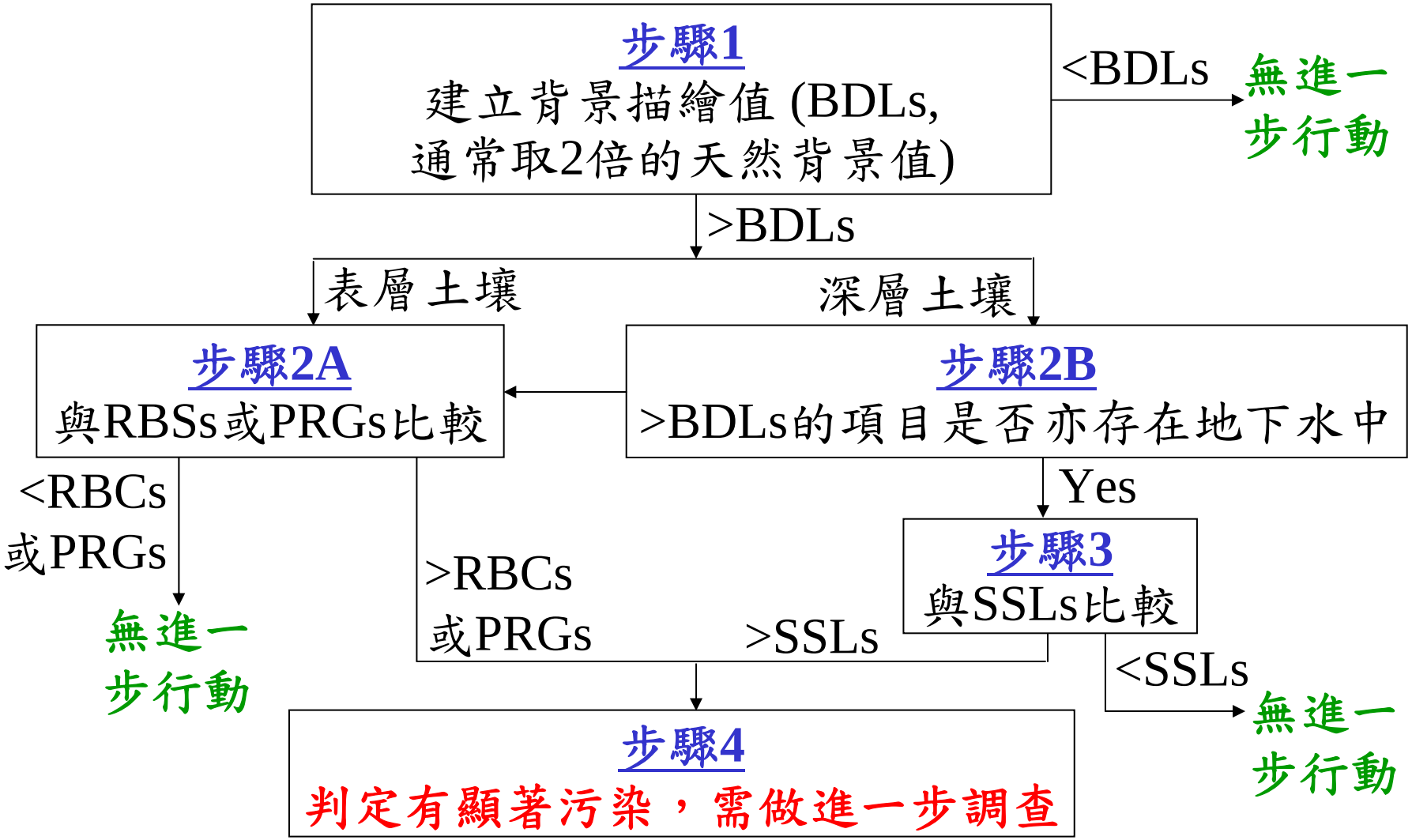
(5)超基金對土壤中鋅的篩檢基準: 因毒性不同有頗大差異:

聯邦/州政府	住宅區			工業區		
	總鉻	六價鉻	三價鉻	總鉻	六價鉻	三價鉻
1. 超基金RBCs	-	230	120,000	-	3,100	1,500,000
2. 超基金MSLs	210[a]	30	100,000	450[a]	64	100,000
3.超基金PRGs	210[a]	30	100,000	450[a]	64	100,000
4.亞利桑那州	210[a]	30	77,000	450[a]	64	1,000,000
5.加州	-	17	100,000	-	37	100,000
6.佛羅里達州	210[b]	210	110,000	470[b]	470	-
7.馬里蘭州	-	23	12,000	-	610	310,000
8.賓州	-	94	190,000	-	420	190,000

[a]假設總鉻中有1/7是六價鉻，故總鉻的管制是六價鉻的7倍。
[b]除非確知三價鉻、六價鉻含量，否則比照六價鉻管制總鉻。

3.2 土壤整治目標－美國-4

(6)簡化的標準程序：採用風險評估為基礎的「決策樹」：



3.2 土壤整治目標－加拿大

(1)三種決定途徑：

(A)直接採用 SQGs為整治目標。

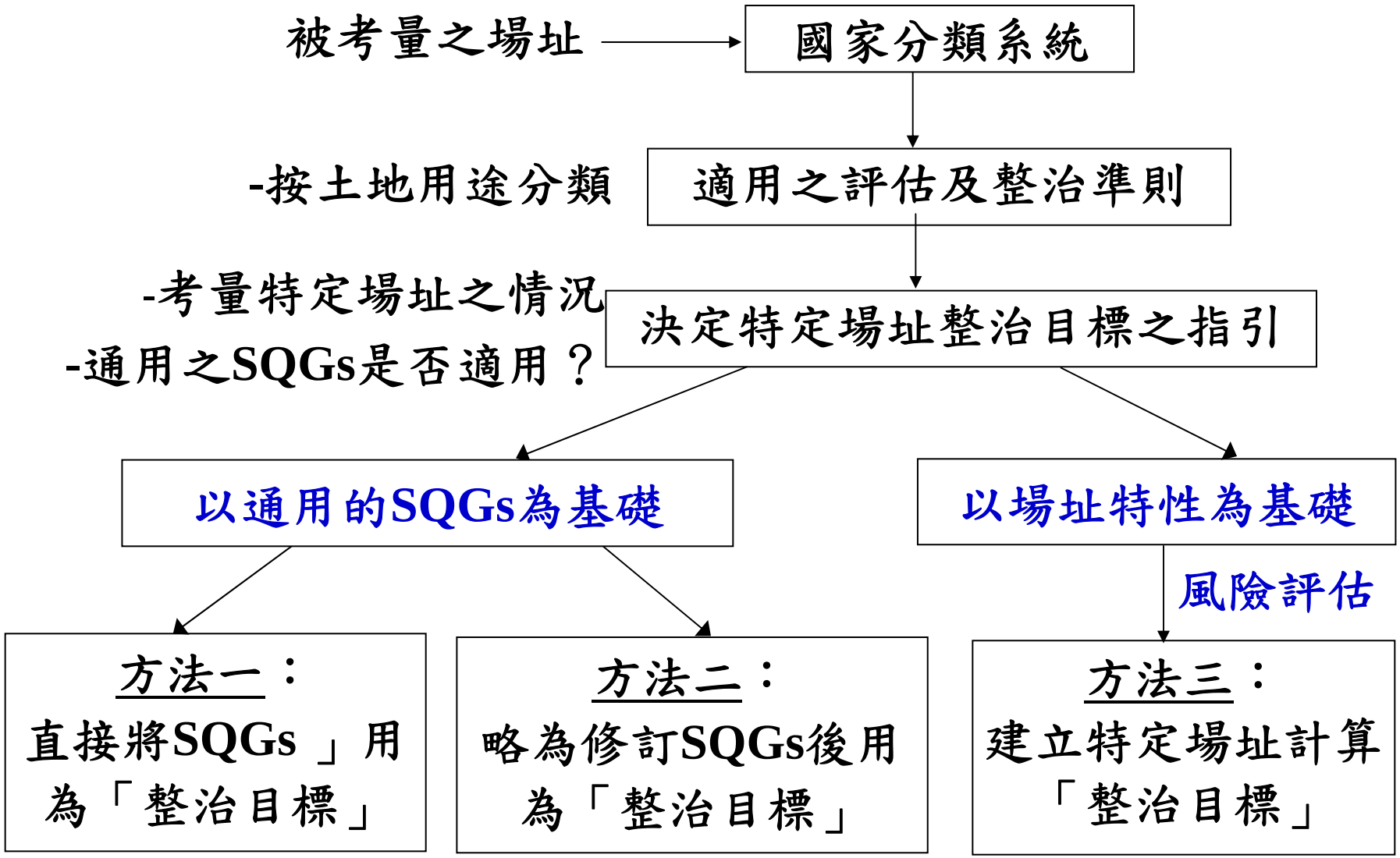
(B)在限度內略為修訂 SQGs並做為整治目標。

(C)根據場址特性及用途，利用風險評估的方式決定整治目標。常被優先考慮。

(Sources:

1. Overview-Soil Quality Guidelines, Development and Application of Soil Quality Guidelines within the CCME Framework for Contaminated Site Assessment and Remediation (1998).
2. Guidance Manual for Developing Site-Specific Soil Quality Remediation Objectives for Contaminated Sites in Canada (1996), http://www.ccme.ca/assets/pdf/sqg_site_sp_guidance.pdf ）

加拿大－三種決定整治目標的途徑



3.2 土壤整治目標－加拿大-2

(2)加拿大的一個整治案例：

(A)採用風險評估為基礎：在一個被含氯之有機溶劑污染的場址，以風險評估為基礎計算的清除基準大約是地方主管機關所制定通用之SQGS的20倍。地方政府核准了以風險評估方法的計算值為整治目標。

(B)帶動了「自願性整治」：如果未發展出這些較寬鬆，在實務上可達到的整治目標，場址的所有人可能永遠不會進行整治而選擇任其荒廢。

3.2 土壤整治目標－日本及台灣

－仍採用通用的土壤管制標準為整治標準：

(A)整治標準即制定的管制標準：這些數值被直接應用在一般住宅、商業、及工業用地，而未考慮對環境及人類健康的實際風險(在我國，健康風險評估方法甚少被使用於實際案例)。

(B)日本的整治基準較寬鬆：日本雖然同時採用了「溶出基準」及「含有量基準」，而我國僅有「含量基準」，但因日本所採用的標準較低，一般認為較我國的整治標準寬鬆。

3.3 再生營建材料的環境風險管理

(1)政策性議題

(A)所考量的主要政策包括：

- 保護土壤及地下水
- 推動再生材料之使用(減廢)
- 節約天然資源及綠地

(B)降低整體風險：

- 在一個小而可接受的土壤風險之下，可降低在廢棄物清理及對天然資源及綠地消耗的風險。

(The Netherlands, Building Materials Decree-Text and Explanatory Notes, (1999), http://www.sharedspaces.nl/docs/internationaal/BMDtexts.pdf)

(1)政策性議題-2

(C)荷蘭：政策推動資源再利用

－主軸：以「永續發展」推動所有的其他政策，例如經濟政策、空間規劃政策、環境政策、礦物政策等。

－同時進行：所有的政策同時規劃及展開。

－考量：人口、財富及社會福利等的成長，只有在「污染及非永續資源的使用」一起下降的情況下才會發生。

(1. http://www.rmrc.unh.edu/Partners/Presentations/vanderzwan/vanderzwanpresentationhouston_files/frame.htm
2. Jan Peter Brouwer, TNO-MEP, Recycling in the Netherlands, Presentation to Taiwanese Delegates, 2004)

3.3 再生營建材料的環境風險管理-2

(2)建立適當的環境管理準則:常針對污染物的含量及溶出量同時制定適當的準則:

(A)含量準則:在人類接觸再生營建材料下，仍能維護人類健康的準則，通常是以健康風險評估為衡量基礎，又稱為「直接接觸準則」。

(B)溶出量準則:又稱為「污染物移動準則」，是為保護地下水被再生材料的溶出物所污染而建立的評估準則。因此通常是以有害物質的溶出特性為評估基礎。

3.3 再生營建材料的環境風險管理-3

(3)典型案例：

(A)荷蘭：以「Immission Test」評估再生材料中無機污染物的污染量。並以「含量準則」評估有機污染物的污染量。

(B)美國康乃迪克州：以「整治標準法規(RSRs)」來評估再生混凝土可否用為再生骨材或清潔的填地材料。

(C)美國加州：有害廢棄物不可用為再生材料。除了美國環保署RCRA的有害廢棄物認定標準之外，另採用「總含量管制門檻(TTLC)」及「溶出量管制門檻(STLC)」來判定是否有害廢棄物。

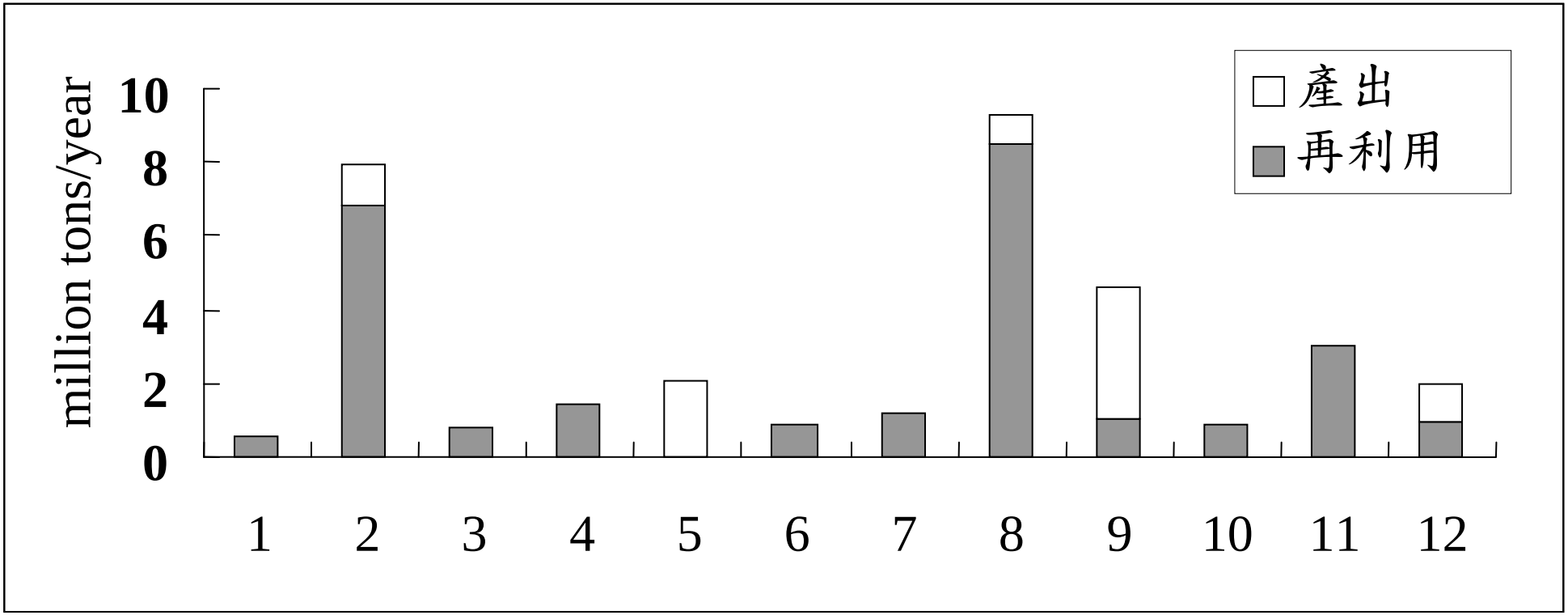
(A)荷蘭：在「營建材料法令(BMD)」中分類處理

高 ↑ 污染溶出量

掩埋(土壤保護)法令	特殊類別：焚化底渣 -除了隔離措施採「由上面覆蓋」外，其餘與第二類相同
第二類:含有焦油類瀝青的骨材 -隔離措施:覆蓋，離最高地下水位的0.5米以上 -設定「移除責任」做為後續的管制措施 -其他的管制及監督措施(管理及維護)	
第一類：一般性 -設定「移除責任」做為後續的管制措施 -一般性的正常管理及維護	

有害物質含量 ⟶ 高

一荷蘭：再生資源的產出及再利用狀況（1999)



1.拆除廢砂, 2.廢油, 3.煉鋼爐渣, 4.高爐渣, 5含磷石膏,
6. 含磷爐渣, 7.飛灰, 8廢混凝土及廢磚, 9浚港淤泥, 10.焚化飛灰,
11.瀝青碎石, 12.其他

(B)康乃迪克州：混凝土的再利用/處理準則

混凝土類別	再利用/處置方式
1. 污染程度超過有害廢棄物特性基準者	—以有害廢棄物方式在被核准的設施做最終處置
2. 污染程度低於有害廢棄物特性基準，但高於「整治標準法令(RSRs)」者	—在被核准的設施再利用，或在固態廢棄物掩埋場做最終處置
3. 未受污染者(例如非有害、外觀無污痕、無漆、未與石棉混合、非來自污染場址或化學品諸存區)	—用為乾淨的填埋料或者在骨材再利用設施回收使用

—康乃迪克州 RSRs 中對鉻及鋅的管制標準

	住宅區 (ppm)	工業區/商業區(ppm)	地下水，等級 A/AA	地下水，等級 B
三價鉻	3,900*	5,100*	未建立	未建立
六價鉻	100*	100*	未建立	未建立
鋅	20,000*	610,000 *	5mg/l**	50mg/l**

* 風險評估值, ** 以SPLP或TCLP檢測。

(http://www.ct.gov/dep/lib/dep/site_clean_up/remediation_regulations/regulated_criteria_summary_table.xls)

(C)加州判定有害廢棄物的額外方法：

(i) TTLCs：為保護人類及環境免於受到各種暴露途徑之傷害(地下水途徑除外)所制定。

(ii) STLCs：為保護人類及環境免於受到地下水之傷害所制定。

(iii)最近的發展：

－TTLCs：修訂為以多步驟、風險評估為基礎。

－STLCs：過去採用廢棄物淬取實驗(WET)，最近已改用TCLP。

(http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9466)

3.3 再生營建材料的環境風險管理-4

(4) 國際趨勢:

(A)溶出準則：為保護土壤/地下水而制定。荷蘭採用模擬對環境中之污染負荷的溶出試驗。在美國聯邦及各州法規中，則採用TLCP者較普遍(也有少數使用SPLP等溶出方法)。

(B)含量準則：為保護人類健康及環境而制定。在荷蘭多用於有機物。美國則針對各毒性物質，多由風險評估得到管制的毒性物質含量。

4. 建議事項

4.1 前瞻性及務實原則

(1)引進先進國家較新的趨勢及較務實的政策。

(2)在現有的法規體系下做較少但有效的調整。

(3)在土壤、地下水保護、廢棄物資源化及土壤整治及再利用的發展上儘量取得平衡。

(4)充分考量國情，例如：

－我國在健康風險評估方面的專業人力不足。

－若無良好的監督及查驗系統，我國可能誤用健康風險評估方法。

－我國住宅區、商業區及工業區易混雜或互相變更。

4. 建議事項-2

4.2 預防性的土壤保護政策

—以下列方式對乾淨土壤做較嚴密的保護：

(1)適度嚴格的警戒值：將我國目前較嚴格的「管制標準」可轉變為「警戒值」或「起動值」。可比照荷蘭、加拿大及德國等近年來的轉變。

(2)建立再生營建材料的環境/品質準則：以分類方式引導到適當的用途。符合此環境/品質準則時，表示再生營建材料的污染風險是在控制水準以內。

4. 建議事項-3

4.3 土地整治與再利用

(1)允許逐漸應用健康風險評估：在可接受的風險(10^{-4}×10^{-6}之下逐漸擴大應用，可提昇「成本有效性」並帶動自願性的整治行動。

(2)以變通方式將土地分級：例如比照美國某些州的做法分為住/商/工土地1、2或3級，仍可將非農業土地分級。

(3)可靠而友善的健康風險評估工具: 透過引進及國內專家的合作，儘量使此工具較為標準化及友善，並且提供良好的計算案例供進一步瞭解。

(4)友善而有效的查驗體系：可儘量提昇效果並降低誤用。

4. 建議事項-4

4.4符合環境準則的再利用：

(1)準則應一體適用：環保署最近針對焚化爐灰渣再利用所建立的「三級分類品保系統」中，包括對重金屬採用TCLP的「溶出準則」，對氯鹽及戴奧辛採用的「含量準則」，以及對再利用的用途明確界定等，應可沿用至其他再生營建材料。

(2)以健康風險評估為「含量準則」：若有需要，可增加此類準則，以對土壤做進一步的保護。此類準則應與經由健康風險評估所計算的「整治目標」一致(例如美國康乃迪克州的RSRs及加州的TTLCs法規)。

5. 結語

1. 經由多方蒐集荷、德、加、美、日等國的資料，以瞭解當今國際的發展趨勢，並考量我國的國情後，本報告針對整合性的土壤管理政策做了相當的探討與建議，包括土壤管制標準、整治目標、以及再生材料的環境準則等。
2. 建議包括:(1)將目前的土壤管制標準轉變為警戒值，(2)將住宅、商業及工業區分級並逐漸擴大以健康風險評估來決定整治目標（提昇「成本有效性」，並帶動自願性整治)，(3)對再生材料制定一體適用的溶出準則及含量準則(以兼顧對土水的保護與再生材料的利用)。
3. 有鑑於我國在健康風險評估專業人力的不足，應先設法提昇健康風險評估方法的友善性及查驗機制，以提昇使用效果，並減少誤用。

附件一：荷蘭營建材料法令對物質的溶出管制

(1)基本考量：營建材料中的污染物在與水接觸時會釋出，因此對所有營建材料制定「溶出限制」。

(2)土壤的邊際負荷原則：在表面1米的土壤中，金屬每100年的污染量不超過1%，負離子每年的污染量不超過1%(如下兩頁所示)。

(3)溶出限制：管制Immission的量。

-Immission的量與營建工程的特性有關（例如尺寸、大小、是否隔絕等）。

-適用於無機物（有機物適用「含量限制」）。

附件一：荷蘭營建材料法令對物質的溶出管制-2

(1)金屬物質：針對15種金屬，其Immission管制量如下(單位為毫克/平方米/100年)：

成分	Immission管制量	成分	Immission管制量
As	435	Ni	525
Ba	6,300	Pb	1,275
Cd	12	Sb	39
Co	300	Se	15
Cr	1,500	Sn	300
Cu	540	V	2,400
Hg	4.5	Zn	2,100
Mo	150		

附件一：荷蘭營建材料法令對物質的溶出管制-3

(2)針對其他六種無機物質:其Immission限制如下(單位為毫克/平方米/100年)：

成分	Immission限制	成分	Immission限制
溴化物	300	氟化物	14,000
氯化物	30,000	硫酸鹽	45,000
CN(free)	15	CN複合物	75

(3)對有機物的含量限制如下(單位為毫克/公斤)：

成分	含量限制	成分	含量限制
BETX(每一種化合物)	1.25	EOCl	3
Phenol	1.25	Pesticides	0.5
PAH	75	Mineral Oil	500
PCB	0.5		

附件二：荷蘭煉鋼爐渣的資源化概況(2003)

1. 轉爐渣

(1)產出50萬噸/年，100%資源化。

(2)用途：-拋石（大顆粒者）。

-與高爐石混合用為道路石料。

2. 電爐渣

(1)產出20萬噸/年

(2)再利用：38萬噸/年(包括由德國進口）：

-水利工程之摻配料（與高爐石混合）

-道路石料（0~45 mm）。

-水利工程石料（45~200 mm）。