



按風險釐定的 土地污染整治標準 的使用指引



香港特別行政區政府
環境保護署

2007年12月 (2023年4月修訂)

按風險釐定的土地污染整治標準的使用指引

本文件載錄的資料，可隨意使用，但必須註明出處。

香港特別行政區政府
環境保護署

2007年12月
(2023年4月修訂)

按風險釐定的土地污染整治標準的使用指引

本文件載錄的資料，可隨意使用，但必須註明出處。

香港特別行政區政府
環境保護署

2023年4月

目錄

第一節 引言	1-1
1.1 本《使用指引》的目的	1-1
1.2 受污染土地存在的問題	1-2
1.3 採用「按風險釐定的土地污染整治標準」取代「荷蘭B標準」	1-4
1.4 採用以風險為依歸的方法管理受污染土地	1-4
第二節 「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂	2-1
2.1 以風險為依歸的方法	2-1
2.2 制訂程序	2-1
2.2.1 受關注的化學品	2-2
2.2.2 土地用途情景	2-3
2.2.3 確定暴露途徑	2-4
2.2.4 致癌物及非致癌物的毒性	2-5
2.2.5 非水相液體	2-5
2.3 「按風險釐定的土地污染整治標準」列表	2-6
2.4 「按風險釐定的土地污染整治標準」的使用限制	2-7
第三節 「按風險釐定的土地污染整治標準」在土地污染評估中的應用	3-1
3.1 「按風險釐定的土地污染整治標準」應用於土地污染評估的步驟	3-3
第四節 記錄與報告	4-1
第五節 參考書目	5-1

附表目錄

表2.1	按風險釐定的土壤污染整治標準及土壤飽和度限值	2-9
表2.2	按風險釐定的地下水污染整治標準及溶解度限值	2-10

附圖目錄

圖1.1	船塢	1-2
圖1.2	加油站	1-3
圖1.3	汽車修理工場/拆車工場	1-3
圖3.1	土地污染評估及準備污染評估計劃書、污染評估報告和整治計劃書	3-1
圖3.2	土地污染評估程序：數據輸入及報告要求	3-2
圖3.3	非水相液體評估流程圖	3-7

標準表格目錄

3.1	現場土地用途摘要	3-8
3.2	土壤數據摘要及與「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之比較	3-9
3.3	地下水數據摘要及與「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之比較	3-10
3.4	土壤樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之情況	3-11
3.5	地下水樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之情況	3-12

詞彙

致癌斜率(CSF)	一生中因攝取每單位的化學品所引發的癌症概率的最高估算值。致癌斜率用作估計一個人因暴露於特定劑量的潛在致癌物而患癌的最大概率。致癌斜率的單位是受體的每千克體重每日攝取化學品的毫克量的倒數(毫克/千克-日) ⁻¹ 。
檢測方法報告下限(MRL)	分析儀器或檢測方法能夠從正常的「干擾」中辨別出的目標化學品的最低值。
暴露量	受體接觸到化學或物理物質的劑量。暴露量可量化為受體於交換界面(例如皮膚、肺、腸)接觸到並且可供吸收的物質的劑量。
暴露途徑	有毒化學品從污染源頭到達受體的途徑。每種暴露途徑均包括污染源頭或從源頭釋放的污染物、暴露點以及吸收途徑。若暴露點不在污染源頭處，便需具備傳輸媒介。
吸收途徑	受體在暴露點吸收有毒化學品的方式，包括吸入、食入、經由皮膚吸收或以其他方法攝取。

詞彙

地下水	指任何在地表下飽和層內的水。
危害商數	攝取量與參考劑量的比率。
攝取量	暴露程度的一種量度方法，即受體的每單位體重在每單位時間內於交換界面接觸到的物質的質量（例如毫克/千克-日）。攝取量亦稱為標準化暴露率；相等於施用劑量。
綜合風險資訊系統 (IRIS)	美國環境保護局的資料庫，儲存已核實的參考劑量(RfDs)和致癌斜率(CSFs)，以及最新的健康風險和美國環境保護局對多種化學品的管理資料。
非水相液體 (NAPL)	以液相單獨存在，不溶於水或只微溶於水的化學品。
途徑	有毒化學品從污染源頭到達受體所經過的途徑。
質量保證/質量控制文件	化驗室為核實其分析化驗和儀器的精確和準確程度而進行的測試結果。
受體	受到或可能受到釋放的有毒化學品影響的人士。
參考劑量 (RfD)	用以估計人群（包括敏感的亞群）雖然暴露於某種物質，但是一生中（或一生中的部分時間）並未因此造成任何可見的不良影響的每日暴露劑量。參考劑量的單位是受體的每千克體重每日攝取化學品的毫克量（毫克/千克-日）。
釋放	指有毒化學品通過溢出、泄漏、傾泄、散發、清空、排放、注入、抽送、逸出、浸出、傾倒或棄置而進入四周環境（包括丟棄盛載危險廢物或危險成份的桶、容器和其他封閉容器）。
整治	為了修復或改善受化學品污染土地的情況而採取的行動，包括清除土壤、地下水或其它環境媒介中的污染物，或對它們進行化學、物理或生物處理。
風險評估	分析場地內有毒化學品造成不良影響的可能性，並決定是否需要採取整治行動。如有需要，為整治行動擬訂所需達到的清理水平。
場地	定義為有毒化學品從污染源頭向外擴散可能到達的範圍。場地可以是整項物業或設施、特定的地區、設施或物業的一部分，亦可以是多項設施或物業。
土壤	指任何覆蓋在基岩之上，曾受地質及其他環境因素影響而尚未固結的礦物質和有機物，但不包括沉積物。

土壤飽和度限值	指當土壤顆粒的吸收力、土壤孔隙水的溶解度以及土壤孔隙空氣的飽和度都已經達到上限時，土壤中污染物的濃度。
溶解度限值	指溶質在特定溫度下，能夠溶解於定量的溶劑（例如水）中的最大劑量。
污染源頭	可位於地面或地底，其有毒化學品的濃度達到危險水平。
毒性值	物質的劑量與人體反應之間的關係，以數字表示，常用於風險評估。最常用的毒性值是有關非致癌性健康影響的參考劑量(RfDs)和致癌性健康影響的致癌斜率(CSFs)。
地下水水位	指飽和層上層表面的高度。
飽和層	指地殼中所有空隙孔洞都充滿了水的部分。

簡稱

ASTM	美國測試及物料協會
CAP	污染評估計劃書
CAR	污染評估報告
COC	受關注的化學品
CSF	致癌斜率
CSM	場地概念模型
DQO	數據質量指標
DNAPL	重質非水相液體
EPD	環境保護署
HEAST	健康影響評估摘要表
HOKLAS	香港實驗所認可計劃
IRIS	綜合風險資訊系統
LNAPL	輕質非水相液體
MRL	檢測方法報告下限
NAPL	非水相液體
PCB	多氯聯苯
QA/QC	質量保證/質量控制
RAP	整治計劃書
RBRG_{soil}	按風險釐定的土壤污染整治標準
RBRG_{gw}	按風險釐定的地下水污染整治標準
RfD	參考劑量
RR	整治報告
SI	場地勘察
SVOC	半揮發性有機化合物
TPH	總石油碳氫化合物
US EPA	美國環境保護局
VOC	揮發性有機化合物
WHO	世界衛生組織



1.1 本《使用指引》的目的

本《按風險釐定的土地污染整治標準的使用指引》（《使用指引》）闡述了「按風險釐定的土地污染整治標準」的背景，以及將土壤和地下水數據與此標準作出比較的方法。本《使用指引》包括為保障人類健康而制訂的54種受關注的化學品的「按風險釐定的土壤污染整治標準」及「按風險釐定的地下水污染整治標準」。

此標準針對修復後的四種主要土地用途而制訂，目的是保護那些可能會接觸到受化學品污染土地的人士的健康。當人類健康為唯一的重要受體，需加以保障時，此標準可作為場地評估的準則，並可獨立應用於評估香港大部分的場地。若有關場地的情況並非如此，例如因為要在場地或附近抽取地下水用以工業生產、灌溉或飲用等而需要保護地下水水質，或地面水質可能受到影響，或重要的生態受體可能受到影響等情況，便不適宜採用「按風險釐定的土地污染整治標準」，而需要採用其他標準，包括飲用水標準或生態保護標準。

「按風險釐定的土地污染整治標準」的原則是以風險為依歸，即按照特定土地用途可承受的風險水平而制訂適合的整治程度。例如，住宅用地比工業用地對污染更為敏感，因此需要較高的整治程度。

本《使用指引》的內容結構如下：

第一節：引言

第二節：「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂

第三節：「按風險釐定的土地污染整治標準」在土地污染評估中的應用

第四節：記錄與報告

第五節：參考書目

有關制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」的詳細資料（例如暴露參數、場地假設、毒性資料、化學性質等），請參閱《制定按風險釐定的土地污染整治標準的背景文件》（《背景文件》）。

本《使用指引》應該與下列文件一併使用：新制訂的《受污染土地的評估和整治指引》（取代專業人士環保事務諮詢委員會專業守則第3/94號《受污染土地的評估及補救》），以及《受污染土地勘察及整治實務指南》。這兩份文件可從以下網頁下載：

https://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/waste/guide_ref/contaminated_land.html

1.2 受污染土地存在的問題

有毒化學品溢出、泄漏或棄置於土地上會造成土地污染。位於地面或地下的土壤（取決於地表下的土壤情況）可能會受到污染，有時甚至地下水也會受到污染。若公眾因接觸受污染的土壤或地下水而暴露於有毒化學品，受污染土地便會對他們的健康構成影響。在香港，可能造成土地污染的工商業活動包括：船塢、加油站、車輛修理/保養或拆卸工場、金屬或機械工場或燃油設施等（見圖1.1、1.2及1.3）。產生污染的潛在活動一般包括：(i) 地下貯油缸或化學品貯存缸可能因腐蝕而發生泄漏；或 (ii) 操作時可能造成化學品溢出。地面的情況亦是影響污染嚴重程度的因素之一。化學物溢出發生在無覆蓋的土壤上所造成的污染，會較在有覆蓋的地面更為嚴重。

受污染場地若要重新發展，或由承租人/購買人/獲分配土地者交還政府，必須先收集該處的土壤和地下水樣本進行化驗分析，並評估其污染程度。若污染程度已經超過既定標準或整治標準所界定的可接受水平，便需實施整治措施，務求令該場地可供日後安全地使用。



圖 1.1
船塢



圖 1.2
加油站



圖 1.3
汽車修理工場/
拆車工場

1.3 採用「按風險釐定的土地污染整治標準」取代「荷蘭B標準」

香港過去並沒有因應本地情況而制訂的土地污染標準。自從環境保護署（環保署）於1994年發出專業人士環保事務諮詢委員會專業守則第3/94號《受污染土地的評估及補救》後，該守則中所提及的「荷蘭B標準」便一直沿用至2007年11月14日。

香港必須制訂本地的土地污染標準來取代「荷蘭B標準」的原因有三個。首先，荷蘭政府已經重新制訂一套以風險為依歸的標準來取代「荷蘭B標準」。其次，「荷蘭B標準」只是為了保護荷蘭的人民和環境而制訂，因此並非完全適合香港使用。第三，現今世界各地普遍的做法，都是每個國家按照當地的環境情況和社會需要，以風險評估的方法來制訂適用於自己國家的標準。這種以風險為依歸的方法，意味着場地是否被界定為受污染，以及它所需要的整治程度，都取決於相關受體可能面對的風險和該場地將來的發展用途。

為帶領香港達到國際水平及取代「荷蘭B標準」，當局已經按照本地情況，為四種土地用途制訂土地污染標準，即「按風險釐定的土地污染整治標準」，藉此保護本港市民的健康。本《使用指引》除了闡釋以風險為依歸的方法外，亦指導使用者如何將「按風險釐定的土地污染整治標準」應用於其受污染場地。

1.4 採用以風險為依歸的方法管理受污染土地

「按風險釐定的土地污染整治標準」採用以風險為依歸的方法制訂。換言之，受污染土壤和地下水所需的整治程度，取決於人體因暴露於土壤及/或地下水中的化學品而造成的潛在風險的性質和程度。這種方法認為若干低水平的污染物暴露量，只會對受體構成極輕微的風險。「按風險釐定的土地污染整治標準」根據污染物的濃度閾值而制訂；若污染物濃度低於這些數值，則表示人體即使暴露於有關的土壤及/或地下水，所受到的健康危害或風險也被認為很低。本《使用指引》隨後的章節中，會把這些目標危害及風險水平量化。若受污染土壤或地下水對公眾健康造成影響的風險極低，則無需實施任何整治措施。然而，若發現土壤或地下水中的污染物濃度超過「按風險釐定的土地污染整治標準」，便需要進行清理。採用以風險為依歸的方法，亦有利於應用香港本地的數據，包括典型工程時間表、土壤情況、氣象條件、典型建築物設計等，來配合本地情況。這個方法提供了一個既符合本地情況，亦符合技術原則的土地污染評估架構，同時亦能提高在香港實施土地污染整治措施的成本效益。



第二節 「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂

2.1 以風險為依歸的方法

在使用以風險為依歸的土地污染管理方法來決定受污染土地的評估和整治措施前，需要首先考慮污染源頭、途徑和受體之間的關係。因此，需要建立相關的場地概念模型，定性描述受體暴露於場地污染物的可能途徑，以便全面了解該場地的情況。只有污染物從指定污染源頭到達指定受體的某些機制（「途徑」）存在的情況下，受體才被認為可能暴露於污染物。這個完整的「污染源頭－途徑－受體」暴露機制通常被稱為「污染物連結」。

暴露途徑一詞，則是用作描述污染源頭－途徑－受體的潛在完整連結，即環境中的化學品可以到達人體的途徑。因為不同類別的土地用途具有不同的地理環境，所以亦會有不同的污染物暴露途徑。而且，人體接觸受污染土壤及/或地下水的形式，包括接觸的程度和頻率，在很大程度上也受土地用途的類別影響。因此，當局有必要確定與香港實際情況相關的土地用途情景，並為每種土地用途制訂一套「按風險釐定的土地污染整治標準」。

2.2 制訂程序

「按風險釐定的土地污染整治標準」根據風險評估的計算原理而制訂，其公式如下：

$$\text{暴露濃度} \times \text{暴露因素} \times \text{毒性} = \text{風險}$$

其中：

X	乘或乘以
暴露濃度	人體暴露於化學品的濃度，即「按風險釐定的土地污染整治標準」
暴露因素	闡述人體如何暴露於化學品
毒性	化學品的毒性水平
風險	公眾可以接受的健康風險水平

如上所示，如得悉風險水平、毒性水平和暴露因素，便可以根據風險評估的方法確定「按風險釐定的土地污染整治標準」。

「按風險釐定的土地污染整治標準」是可保障人類健康的土壤及地下水中污染物的可接受濃度。「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂程序包括以下主要步驟：

- 確定在香港受關注的化學品。
- 界定土地修復後的各種用途。
- 確定可能於受污染場地接觸到這些化學品的人類受體。
- 確定受體於受污染場地可能接觸到這些化學品的暴露途徑。
- 確定可以用作制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」的公式、模型和毒性資料，以保護暴露於受關注的化學品的受體。
- 搜集香港特有的土地用途、建築物設計、場地情況和市民行為等資料，以制訂保護人類健康的「按風險釐定的土地污染整治標準」。

在制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」時，當局採納了世界各地的相關方法，例如ASTM(1995)、ASTM(2000)和CCME(1996)，並盡量採用本地數據，旨在制訂出較能符合香港實際情況的標準。「按風險釐定的土地污染整治標準」採用行之有效的方法，按照以風險為依歸的原則和本地情況而制訂，不但更為客觀、一致和符合科學原則，同時亦確保為公眾提供一個合適的保護水平。

為部分化學品計算出的「按風險釐定的土地污染整治標準」，比起該化學品以非水相單獨存在於土壤或地下水時的濃度更高。以這種狀態存在的化學品（名為非水相液體）可能難於定位、抑制或處理，因此需要作特別考慮[USEPA (1992)]。當局制訂了土壤和地下水的非水相液體篩檢準則，這些準則必須與「按風險釐定的土地污染整治標準」一併考慮，用以決定是否需要為場地採取進一步整治行動。這些非水相液體篩檢準則的制訂方法，亦在隨後的章節中探討。

2.2.1 受關注的化學品

當局已為54種受關注的化學品制訂了「按風險釐定的土地污染整治標準」。這些化學品都是因為在香港的環境中存在或曾在本地使用而入選的。

這些受關注的化學品可分為下列化學種類：

- 揮發性有機化合物 — 13種
- 半揮發性有機化合物 — 19種
- 金屬 — 15種
- 二噁英及多氯聯苯 — 2種
- 石油碳分子範圍 — 3組
- 其他無機化合物 — 1種
- 有機金屬化合物 — 1種

於受石油污染的場地收集到的土壤及地下水都應該加以分析，而且所用的分析方法必須能夠把有關物料按照含碳數分餾。由於現時只具備個別石油碳分子範圍的毒性資料，而石油碳分子的總和（即總石油碳氫化合物）的毒性數據並不具備，因此，當局制訂了下列三組碳氫化合物的「按風險釐定的土地污染整治標準」：

- C6 — C8（含碳數為6至8）
- C9 — C16（含碳數為9至16）
- C17 — C35（含碳數為17至35）

應予注意的是，該54種受關注的化學品是環保署所知最可能在香港的受污染場地存在的化學品。



第二節

「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂

實際上，需予分析的化學品數目和種類，都不應局限於這54種受關注的化學品，而應根據現場過去和現在的化學品使用/儲存活動來決定。當局建議本《使用指引》的使用者從「按風險釐定的土地污染整治標準」所羅列的受關注的化學品中，只選擇與他們的場地有關的化學品進行化驗。另外，在研究該場地過去和現在的土地用途時，若發現該場地曾經涉及54種受關注的化學品以外的其他化學品，縱使該等化學品不在「按風險釐定的土地污染整治標準」的名單內，亦應該將其加入化驗計劃。

對於這54種受關注的化學品以外的化學品，使用者必須建議所應採用的適當標準/整治目標，並提出相關理據，以獲得環保署同意。

2.2.2 土地用途情景

「按風險釐定的土地污染整治標準」是為四種不同的修復後土地用途而制訂，以反映香港市民可能暴露於受污染土壤或地下水的典型環境。當局制訂了一系列「按風險釐定的土地污染整治標準」，用以保護工業用地的工人、公園的遊人，以及市區和鄉郊的居民。由於市民接觸受污染土壤及/或地下水的方式，包括接觸程度和頻率，在很大程度上取決於土地用途，因此當局為不同的土地用途制訂了相應的「按風險釐定的土地污染整治標準」。每種土地用途的詳情如下：

1. **市區住宅** - 在市區內以居民住宅為主的場地。這些場地的典型環境是：多層的住宅樓宇矗立於屋苑內，並有環境美化設施，例如園景休憩地和兒童遊樂場。這裏的受體是當地居民。他們大部分時間都留在室內，每日只有短暫時間在戶外活動和有機會直接接觸到屋苑內的園景或遊樂場的土壤。
2. **鄉郊住宅** - 在郊區內以居民住宅為主的場地。這些場地通常只會興建鄉村式屋宇或低層住宅，房屋四周有空地圍繞。這類土地的受體是鄉郊居民。他們大都留在家裏，但每天會花一些時間在戶外活動，例如打理花園或作少量運動。在鄉郊環境中，人與土壤的接觸，無論是接觸的程度和頻率，都比在市區環境為多。
3. **工業** - 任何涉及製造、化學品或石油化工處理、原料儲存、運輸作業、能源生產或輸送等活動的場地。這類土地的受體包括：需要直接在土地上進行部分工作的人士，他們比在多層工廠大廈裏工作的人士更有可能接觸土壤。
4. **公園** - 受體包括經常前往公園和遊樂場地的個人和家庭。他們有機會接觸該等地點的草地、步行徑、花園和遊樂場地內的土壤。公園通常都是以硬質物料鋪覆的地面為主，只有少數範圍鋪上園景用的土壤。此外，公園內通常都不會興建建築物。

2.2.3 確定暴露途徑

每種土地用途中，所有可能接觸到化學品的途徑都已被考慮。暴露途徑一詞，用作描述化學品從污染源頭到達人體的途徑。每個暴露途徑都包括：

- 污染源頭
- 釋放和傳播的機制（若暴露之處不在污染源頭）
- 暴露點或位置
- 化學品進入人體的吸收途徑（例如經由皮膚吸收、吸入和食入）

假定四種土地用途都有兩種暴露方式：

- 直接接觸土壤（見下文解釋）及/或
- 吸入揮發性化學品的蒸氣，此蒸氣氣化自土壤中的殘餘污染物，並經由土壤或地下水飄移至建於受污染土地之上的建築物室內空氣中。

因此，暴露途徑共有兩種組合：

- **土壤** - 包括直接接觸土壤（透過皮膚接觸和誤食），亦包括吸入從土壤表面逸散至周邊空氣的微粒和揮發物，及吸入住宅或工業大廈地表下的土壤污染物。
- **地下水** - 包括吸入住宅或工業大廈地表下的地下水揮發物。

無論受體以上述任何一種暴露途徑組合接觸污染物，「按風險釐定的土地污染整治標準」均可保障他們的健康。然而，並非所有暴露途徑都適用於任何土地用途類別。例如，公園是通風良好的空曠地區，它們通常都沒有興建室內空氣會受底部土壤影響的建築物。因此，與室內空氣影響相關的暴露途徑並不適用於公園。

下列兩種「按風險釐定的土地污染整治標準」，是為有✓號的土地用途類別制訂：

	「按風險釐定的土地污染整治標準」類別	土壤				地下水	
		暴露途徑	食入表土	皮膚接觸表土	吸入表土的揮發物	吸入表土的微粒	於室內吸入地表下土壤的揮發物
按風險釐定	市區住宅	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	鄉郊住宅	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	工業	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	公園	✓	✓	✓	✓		



第二節

「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂

與其他發達國家比較，唯一不適用於香港的重要土地用途/暴露途徑組合，是飲用受污染的地下水。剔除這個組合的理由，是因為香港一般不會以地下水作為飲用水，而且這種情形在將來亦不太可能改變。

2.2.4 致癌物及非致癌物的毒性

化學品可以按照其致癌性及/或非致癌性的健康影響分類。化學品亦可以按照其造成健康影響的吸收途徑（可能透過一種或多種途徑）來分類，例如食入、經由皮膚吸收及/或吸入。在制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」時，必須具備各種毒性指標，包括致癌斜率和參考劑量（保護受體的健康免受非致癌物影響）。

一般而言，參考劑量用以估計人群（包括敏感的亞群）雖然暴露於某種物質，但是一生中並未因此造成任何可見的不良影響的每日暴露劑量（其不確定程度大概為一個數量級）。致癌斜率則是量度化學品致癌能力的方法。由於大部份毒性數據都是基於對動物而非人類的研究而獲取，因此，參考劑量和致癌斜率都以謹慎為原則並加入了相當的安全系數。

制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」時所採用的毒性指標有多個來源，包括：美國環境保護局的綜合風險資訊系統和健康影響評估摘要表、美國能源部的風險評估資訊系統、世界衛生組織的刊物以及英國和荷蘭的土地污染指南。其中，美國能源部風險評估資訊系統所公布的數值都在經過可靠性鑒定後，才用作制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」。

針對致癌性和非致癌性健康影響的「按風險釐定的土地污染整治標準」是分開計算的。對於一些既有致癌性健康影響，亦有非致癌性健康影響的化學品，則分別為其制訂了致癌性「按風險釐定的土地污染整治標準」和非致癌性「按風險釐定的土地污染整治標準」，然後選取兩者中較低的一個作為最終的「按風險釐定的土地污染整治標準」。

致癌性化學品的「按風險釐定的土地污染整治標準」基於受體額外的患癌風險（即受體一生中因暴露於受關注的化學品而增加的患癌風險）為一百萬分之一（ 10^{-6} ）而制訂。非致癌性化學品的「按風險釐定的土地污染整治標準」，則基於危害商數為1.0而制訂。數值為1.0的危害商數意味計算出的「按風險釐定的土地污染整治標準」（亦是環境濃度）等於參考劑量的濃度。此濃度是預計不會對受體造成任何不良影響的污染物最高劑量。由於參考劑量通常都包含一個安全系數，因此，當危害商數為1.0時，即表示受體處於比較安全的狀況。

2.2.5 非水相液體

非水相液體一詞，統稱環境中以一種獨特狀態存在的有機液體。該液體可以是單一純淨的化學品（例如苯），或由多種化學品組成的複雜混合物（例如汽油）。

非水相液體可分為兩大類：(1) 比水重的重質非水相液體；及(2) 比水輕的輕質非水相液體。重質非水相液體的例子包括多氯聯苯、三氯乙烯和四氯乙烯。輕質非水相液體的例子則有汽油、噴射機燃油和甲苯。若足夠份量的輕質非水相液體釋放入土壤中，可能會透過土壤垂直地擴散，最終取代地下水層中的部分地下水。若足夠份量的重質非水相液體釋放入土壤中，可能也會穿透土壤，並流至地下水水位之下。

處於這種狀態的化學品難於定位、抑制或處理，因此需要作特別考慮，原因如下：

- 被釋放的輕質非水相液體和重質非水相液體可以因為重力而垂直向下移動並穿過地表下的土壤，或因為毛細管吸力而橫向移動。當大量輕質非水相液體被釋放，它們會流至地下水層，並沿着地下水層橫向擴散，而且逐漸溶解於地下水中。當地面停止釋放輕質非水相液體，它們在地表下土壤中的擴散速度便會因推動力量的消散而減慢。然而，已溶解的部分可能會開始向下游方向擴散。輕質非水相液體如果這樣移動，便可能令污染區顯著擴大，並會對地下結構（例如污水管、地庫）、附近的地表水和相關的水生資源造成即時危害或長期風險。重質非水相液體更可流至地下水水位之下，而且土壤或基岩的裂縫更會加快它們的流動速度。
- 當這些非水相液體累積後，便會凝聚成一些基本上純淨（即未稀釋）的化學品，並會對暴露於它們的受體造成重大的健康威脅（包括即時危害及長期風險）。若受體直接暴露於這些非水相液體，會比因暴露於吸著在土壤中或溶於地下水中的類似有機化學品可能有更高的暴露量/攝取量。
- 這些非水相液體可以透過揮發和溶解而成為附近環境的長期污染源頭。透過揮發而形成的蒸氣可以飄移至周邊的空氣或地底結構。透過溶解而形成的溶質，則會擴散至地下水中。這些非水相液體，通常都不會因為揮發、溶解或降解而迅速耗盡，因此可以在數年或數十年內持續成為污染源頭。

故此，當局為流動性較強的有機化學品制訂了土壤中非水相液體的篩檢準則（即「土壤飽和度限值」（ C_{sat} ）），以及地下水中非水相液體的篩檢準則（即「溶解度限值」）。在決定是否需要對場地採取進一步行動時，除了要考慮「按風險釐定的土地污染整治標準」外，還必須考慮這些準則。

2.3 「按風險釐定的土地污染整治標準」列表

按風險釐定的土壤污染整治標準及土壤飽和度限值（表2.1），以及按風險釐定的地下水污染整治標準及溶解度限值（表2.2），分別列出土壤和地下水的整治標準。每個列表詳列在相應的土地用途下為一系列受關注的化學品而制訂的「按風險釐定的土地污染整治標準」。在土壤及/或地下水中檢測到的受關注的化學品濃度，都應與相應土地用途類別的「按風險釐定的土地污染整治標準」作出比較。表中有部分受關注的化學品並沒有「按風險釐定的地下水污染整治標準」，因為它們不是欠缺計算這些標準所需的適當毒性數值或物理/化學性質數值，就是不被視為具揮發性（即：只有亨利常數(Henry's Law Constant) 大於 10^{-5} 的化學品才被視為具有揮發性）。



第二節

「按風險釐定的土地污染整治標準」的制訂

表2.1詳列流動性較大的有機化學品(分子量少於200克/摩爾)的「土壤飽和度限值」(C_{sat})。「土壤飽和度限值」是化學品在理論上能夠以非水相液體存在於自然環境中的濃度。表2.2詳列有機化學品在地下水中的「溶解度限值」。只有亨利常數大於 10^{-5} 的受關注的化學品才制訂了「溶解度限值」。對於這些化學品,必須將檢測到的濃度與「按風險釐定的土地污染整治標準」和「土壤飽和度限值」/「溶解度限值」作出比較,以決定是否需要為該場地採取進一步行動。「土壤飽和度限值」和「溶解度限值」都是作為戒備水平,用以顯示非水相液體存在於土壤和地下水中的可能性。對於分子量超過200克/摩爾的化學品而言,非水相液體的問題較不重要,因為分子量較高的化學品,其流動性通常都較低。

當局對於毒性相對較低的無機、揮發性和半揮發性污染物採用了並非以風險為依歸的「最高限度」:在土壤方面是 10^4 毫克/千克,而在地下水方面則是 10^4 毫克/公升。

第三節提供如何將場地數據與「按風險釐定的土地污染整治標準」及「土壤飽和度限值」/「溶解度限值」作出比較的指引。

2.4 「按風險釐定的土地污染整治標準」的使用限制

「按風險釐定的土地污染整治標準」是根據香港典型的環境情況、活動和建築物設計而制訂。在制訂這些標準時,雖然對居民、工人和公眾暴露於污染物的程度,作出了謹慎但實際的假設,但是卻只有常見、重要和完整的暴露途徑被包含在內。本《使用指引》的使用者在應用此標準評估他們所關注的場地之前必須清楚熟悉這些制訂「按風險釐定的土地污染整治標準」時所基於的假設。使用者更必須證實他們關注的場地涉及的所有重要暴露途徑都在制訂本《使用指引》的「按風險釐定的土地污染整治標準」時已被考慮在內。

地下水的使用

在有關場地內或附近抽取地下水使用,例如飲用或灌溉,在本港是不常見的活動,因此在制訂本《使用指引》的「按風險釐定的土地污染整治標準」時沒有顧及此種活動所導致的暴露途徑。假如這種暴露途徑確實存在,則使用者必須對它們所構成的風險另外進行評估,而且必須遵守香港既定的飲用水標準。

生態受體

使用者應該留意「按風險釐定的土地污染整治標準」並沒有特別涵蓋生態受體。這是因為香港受污染場地主要是過去的工業用地,或一些商業用地。現時,這些場地會被重新發展為住宅、商業或政府/機構用途;但受污染場地被重新發展為農業用途或自然保育區的機會極低。在罕有的情況下,如果任何場地擁有需要特別保護的生態資源,則使用者除了採用「按風險釐定的土地污染整治標準」之外,還必須另外進行重點生態風險評估以評估相關的生態風險。生態風險評估可有效地詳細研究生態受體暴露於污染物的機制和可能性,亦可評定由此造成的潛在不良效果。現時有不少關於生態風險評估的指引可供參考,其中包括: CCME (1996) 和 USEPA (1998)。

園景植物

受污染場地可能會被重新發展為公園。當局已經為這類土地用途制訂了「按風險釐定的土地污染整治標準」，用以保護公園的遊人（見第2.2.2節）；但並沒有制訂任何整治標準來保護公園中的主要生態受體，即園景植物。這是因為種植所用的土壤，通常都是引入場地以外具有適當性質而且未受污染的土壤，並不是場地原有的土壤。這些引入的土壤會混合土壤改良劑和肥料，令其更適合作種植之用。工程項目倡議人亦可以選擇種植更具抗污染能力的園景植物。

場地概念模型

勘察土地污染情況的人員需要建立一個概念模型來闡述污染來源、潛在受體和兩者之間的暴露途徑。在罕有的情況下，如重要的生態受體可能受到影響、地下水被取用、地表水的水質或其他受體面臨潛在風險，則「按風險釐定的土地污染整治標準」將不足以保護這些受體。此時，勘察人員便需要進行更詳細的風險評估並選用其他更合適的準則，例如飲用水指引，藉此保護地下水的取用。預計在香港發生這種情況的機會很罕有，若一旦出現，該場地的勘察人員便必須提交他們的風險評估給環保署審閱和批准。

表2.1
按風險釐定的土壤污染整治標準及土壤飽和度限值

化學品	按風險釐定的土壤污染整治標準				土壤飽和度限值 (C _{sat}) (毫克/千克)
	市區住宅 (毫克/千克)	鄉郊住宅 (毫克/千克)	工業 (毫克/千克)	公園 (毫克/千克)	
揮發性有機化合物 VOCs					
丙酮 Acetone	9.59E+03	4.26E+03	1.00E+04*	1.00E+04*	***
苯 Benzene	7.04E-01	2.79E-01	9.21E+00	4.22E+01	3.36E+02
溴二氯甲烷 Bromodichloromethane	3.17E-01	1.29E-01	2.85E+00	1.34E+01	1.03E+03
2-丁酮 2-Butanone	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	***
三氯甲烷 Chloroform	1.32E-01	5.29E-02	1.54E+00	2.53E+02	1.10E+03
乙苯 Ethylbenzene	7.09E+02	2.98E+02	8.24E+03	1.00E+04*	1.38E+02
甲基叔丁基醚 Methyl tert-Butyl Ether	6.88E+00	2.80E+00	7.01E+01	5.05E+02	2.38E+03
二氯甲烷 Methylene Chloride	1.30E+00	5.29E-01	1.39E+01	1.28E+02	9.21E+02
苯乙烯 Styrene	3.22E+03	1.54E+03	1.00E+04*	1.00E+04*	4.97E+02
四氯乙烯 Tetrachloroethene	1.01E-01	4.44E-02	7.77E-01	1.84E+00	9.71E+01
甲苯 Toluene	1.44E+03	7.05E+02	1.00E+04*	1.00E+04*	2.35E+02
三氯乙烯 Trichloroethene	5.23E-01	2.11E-01	5.68E+00	6.94E+01	4.88E+02
二甲苯(總量) Xylenes (Total)	9.50E+01	3.68E+01	1.23E+03	1.00E+04*	1.50E+02
半揮發性有機化合物 SVOCs					
芘 Acenaphthene	3.51E+03	3.28E+03	1.00E+04*	1.00E+04*	6.02E+01
芘烯 Acenaphthylene	2.34E+03	1.51E+03	1.00E+04*	1.00E+04*	1.98E+01
蒽 Anthracene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	2.56E+00
苯並(a)蒽 Benzo(a)anthracene	1.20E+01	1.14E+01	9.18E+01	3.83E+01	
苯並(a)芘 Benzo(a)pyrene	1.20E+00	1.14E+00	9.18E+00	3.83E+00	
苯並(b)熿蒽 Benzo(b)fluoranthene	9.88E+00	1.01E+01	1.78E+01	2.04E+01	
苯並(g,h,i)芘 Benzo(g,h,i)perylene	1.80E+03	1.71E+03	1.00E+04*	5.74E+03	
苯並(k)熿蒽 Benzo(k)fluoranthene	1.20E+02	1.14E+02	9.18E+02	3.83E+02	
太酸對二乙基己基酯bis-(2-Ethylhexyl)phthalate	3.00E+01	2.80E+01	9.18E+01	9.42E+01	
蒾 Chrysene	8.71E+02	9.19E+02	1.14E+03	1.54E+03	
二苯並(a,h)蒽 Dibenzo(a,h)anthracene	1.20E+00	1.14E+00	9.18E+00	3.83E+00	
熿蒽 Fluoranthene	2.40E+03	2.27E+03	1.00E+04*	7.62E+03	
芴 Fluorene	2.38E+03	2.25E+03	1.00E+04*	7.45E+03	5.47E+01
六氯代苯 Hexachlorobenzene	2.43E-01	2.20E-01	5.82E-01	7.13E-01	
茚並(1,2,3-cd)芘 Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.20E+01	1.14E+01	9.18E+01	3.83E+01	
萘 Naphthalene	1.82E+02	8.56E+01	4.53E+02	9.14E+02	1.25E+02
菲 Phenanthrene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	2.80E+01
酚 Phenol	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	7.26E+03
芘 Pyrene	1.80E+03	1.71E+03	1.00E+04*	5.72E+03	
金屬 Metals					
銻 Antimony	2.95E+01	2.91E+01	2.61E+02	9.79E+01	
砷 Arsenic	2.21E+01	2.18E+01	1.96E+02	7.35E+01	
鋇 Barium	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	
鎘 Cadmium	7.38E+01	7.28E+01	6.53E+02	2.45E+02	
鉻(III) Chromium III	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	
鉻(VI) Chromium VI	2.21E+02	2.18E+02	1.96E+03	7.35E+02	
鈷 Cobalt	1.48E+03	1.46E+03	1.00E+04*	4.90E+03	
銅 Copper	2.95E+03	2.91E+03	1.00E+04*	9.79E+03	
鉛 Lead	2.58E+02	2.55E+02	2.29E+03	8.57E+02	
錳 Manganese	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	
汞 Mercury	1.10E+01	6.52E+00	3.84E+01	4.56E+01	
鉬 Molybdenum	3.69E+02	3.64E+02	3.26E+03	1.22E+03	
鎳 Nickel	1.48E+03	1.46E+03	1.00E+04*	4.90E+03	
錫 Tin	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	
鋅 Zinc	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	
二噁英/多氯聯苯 Dioxins / PCBs					
二噁英(I-TEQ) Dioxins (I-TEQ)	1.00E-03	1.00E-03	5.00E-03	1.00E-03	
多氯聯苯 PCBs	2.36E-01	2.26E-01	7.48E-01	7.56E-01	
石油碳分子範圍 Petroleum Carbon Ranges					
碳鏈C6 - C8	1.41E+03	5.45E+02	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+03
碳鏈C9 - C16	2.24E+03	1.33E+03	1.00E+04*	1.00E+04*	3.00E+03
碳鏈C17 - C35	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	5.00E+03
其他無機化合物 Other Inorganic Compounds					
游離氰化物 Cyanide, free	1.48E+03	1.46E+03	1.00E+04*	4.90E+03	
有機金屬化合物 Organometallics					
三丁基氧化錫 TBTO	2.21E+01	2.18E+01	1.96E+02	7.35E+01	

註：
 (1) 表內的二噁英整治標準採用美國環境保護局 Office of Solid Waste and Emergency Response (OSWER) 在一九九八年公布的指令中所載的二噁英標準。「市區住宅」、「鄉郊住宅」和「公園」三種土地用途所採用的整治標準，是 OSWER 指令中為住宅用途所訂的標準，即 1 ppb；而「工業」土地用途所採用的整治標準，則是 OSWER 指令中為工業用途所訂的標準的下限值，即 5 ppb。
 (2) 石油碳分子範圍的「土壤飽和度限值」，源自加拿大 Canada-Wide Standards for Petroleum Hydrocarbons in Soil, CCME 2000。
 (3) * 顯示「最高限度」的濃度。
 (4) *** 顯示「土壤飽和度限值」(C_{sat}) 高於「最高限度」，因此可採用「按風險釐定的土壤污染整治標準」。

表 2.2
按風險釐定的地下水污染整治標準及溶解度限值

化學品	按風險釐定的地下水污染整治標準			溶解度限值 (毫克/公升)
	市區住宅 (毫克/公升)	鄉郊住宅 (毫克/公升)	工業 (毫克/公升)	
揮發性有機化合物 VOCs				
丙酮 Acetone	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	***
苯 Benzene	3.86E+00	1.49E+00	5.40E+01	1.75E+03
溴二氯甲烷 Bromodichloromethane	2.22E+00	8.71E-01	2.62E+01	6.74E+03
2-丁酮 2-Butanone	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	***
三氯甲烷 Chloroform	9.56E-01	3.82E-01	1.13E+01	7.92E+03
乙苯 Ethylbenzene	1.02E+03	3.91E+02	1.00E+04*	1.69E+02
甲基叔丁基醚 Methyl tert-Butyl Ether	1.53E+02	6.11E+01	1.81E+03	***
二氯甲烷 Methylene Chloride	1.90E+01	7.59E+00	2.24E+02	***
苯乙烯 Styrene	3.02E+03	1.16E+03	1.00E+04*	3.10E+02
四氯乙烯 Tetrachloroethene	2.50E-01	9.96E-02	2.95E+00	2.00E+02
甲苯 Toluene	5.11E+03	1.97E+03	1.00E+04*	5.26E+02
三氯乙烯 Trichloroethene	1.21E+00	4.81E-01	1.42E+01	1.10E+03
二甲苯(總量) Xylenes (Total)	1.12E+02	4.33E+01	1.57E+03	1.75E+02
半揮發性有機化合物 SVOCs				
芘 Acenaphthene	1.00E+04*	7.09E+03	1.00E+04*	4.24E+00
芘烯 Acenaphthylene	1.41E+03	5.42E+02	1.00E+04*	3.93E+00
蒽 Anthracene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	4.34E-02
苯並(a)蒽 Benzo(a)anthracene				
苯並(a)芘 Benzo(a)pyrene				
苯並(b)熒蒽 Benzo(b)fluoranthene	5.39E-01	2.03E-01	7.53E+00	1.50E-03
苯並(g,h,i)芘 Benzo(g,h,i)perylene				
苯並(k)熒蒽 Benzo(k)fluoranthene				
太酸對二乙基己基酯bis-(2-Ethylhexyl)phthalate				
蒽 Chrysene	5.81E+01	2.19E+01	8.12E+02	1.60E-03
二苯並(a,h)蒽 Dibenzo(a,h)anthracene				
熒蒽 Fluoranthene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	2.06E-01
芴 Fluorene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.98E+00
六氯代苯 Hexachlorobenzene	5.89E-02	2.34E-02	6.95E-01	6.20E+00
芘並(1,2,3-cd)芘 Indeno(1,2,3-cd)pyrene				
萘 Naphthalene	6.17E+01	2.37E+01	8.62E+02	3.10E+01
菲 Phenanthrene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+00
酚 Phenol				
芘 Pyrene	1.00E+04*	1.00E+04*	1.00E+04*	1.35E-01
金屬 Metals				
銻 Antimony				
砷 Arsenic				
鋇 Barium				
鎘 Cadmium				
鉻(III) Chromium III				
鉻(VI) Chromium VI				
鈷 Cobalt				
銅 Copper				
鉛 Lead				
錳 Manganese				
汞 Mercury	4.86E-01	1.84E-01	6.79E+00	
鉬 Molybdenum				
鎳 Nickel				
錫 Tin				
鋅 Zinc				
二噁英/多氯聯苯 Dioxins / PCBs				
二噁英(I-TEQ) Dioxins (I-TEQ)				
多氯聯苯 PCBs	4.33E-01	1.71E-01	5.11E+00	3.10E-02
石油碳分子範圍 Petroleum Carbon Ranges				
碳鏈C6 - C8	8.22E+01	3.17E+01	1.15E+03	5.23E+00
碳鏈C9 - C16	7.14E+02	2.76E+02	9.98E+03	2.80E+00
碳鏈C17 - C35	1.28E+01	4.93E+00	1.78E+02	2.80E+00
其他無機化合物 Other Inorganic Compounds				
游離氰化物 Cyanide, free				
有機金屬化合物 Organometallics				
三甲基氧化錫 TBTO				

註：

- (1) 表中的空格是由於化學品的毒性或物理/化學數值不詳，或吸入途徑不符合亨利常數 (Henry's Law Constant) 大於 10^{-5} 的條件，因此不能計算「按風險釐定的地下水污染整治標準」。
- (2) 由於石油碳分子範圍內脂肪族碳鏈C9-C16及大於碳鏈C16的水溶解度通常被認為實際上等如零，因此使用了芳香族碳鏈C9-C16的溶解度數據。
- (3) * 顯示「最高限度」的濃度。
- (4) *** 顯示「溶解度限值」高於「最高限度」，因此可採用「按風險釐定的地下水污染整治標準」。



第三節 「按風險釐定的土地污染整治標準」 在土地污染評估中的應用

圖3.1闡明在香港慣用的污染評估方法。在準備污染評估計劃書、污染評估報告和整治計劃書時，應該使用「按風險釐定的土地污染整治標準」取代「荷蘭B標準」，以決定將來需要為受污染場地採取的行動和整治措施。而且，應該由富有經驗的專家顧問負責應用「按風險釐定的土地污染整治標準」來評估在有關場地檢測到的化學品濃度是否符合標準。

圖 3.1 土地污染評估及準備污染評估計劃書、污染評估報告和整治計劃書

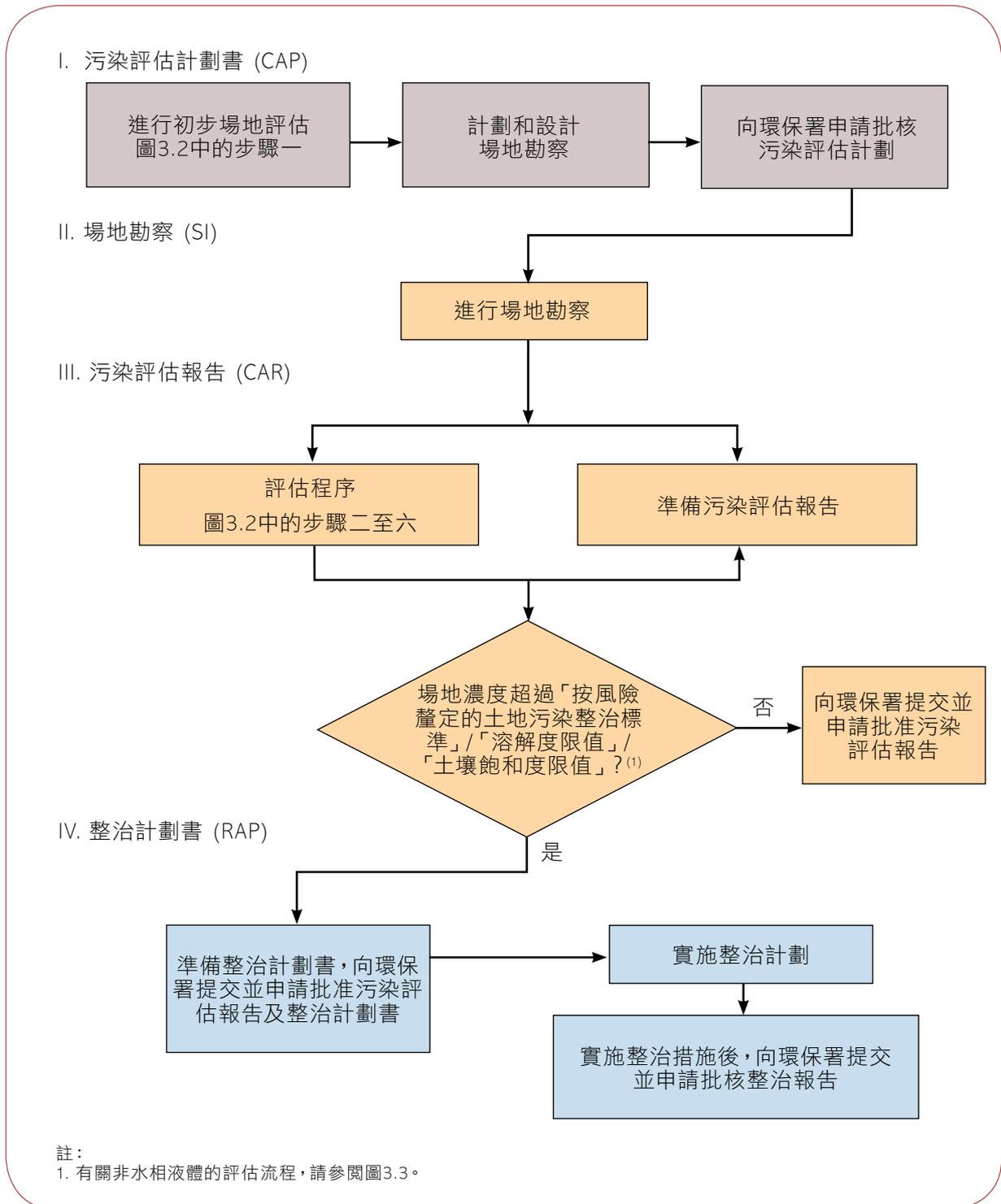


圖3.2詳載「按風險釐定的土地污染整治標準」應用於污染調查的各個步驟。當中所需要的主要資料包括：(1)該場地過去、現在和將來的土地用途資料；及(2)該場地土壤和地下水中受關注的化學品濃度的足夠分析數據。

圖 3.2 土地污染評估程序：數據輸入及報告要求

步驟	必要資料	準備標準表格
一、確定土地用途及選擇受關注的化學品	<ul style="list-style-type: none"> • 過去的土地用途和活動 • 場地現在的用途和活動 • 場地將來的用途和預計活動 • 顯示過去、現在和將來(若有)場地布局和業務的地圖和空中俯瞰照片 • 根據過去和現在的活動，選擇受關注的化學品 • 以前的場地勘察報告(若有) 	<ul style="list-style-type: none"> • 表格3.1 — 現場土地用途摘要
二、評估受關注的化學品的化驗數據	<ul style="list-style-type: none"> • 檢測方法報告下限低於「按風險釐定的土地污染整治標準」的土壤及地下水分析數據 • 能夠反映垂直及水平污染範圍的土壤及地下水中受關注的化學品的濃度 • 對化驗數據進行基本質量保證/質量控制評估，應注意謬誤結果或其他匯報的問題 	
三、比較最高檢測濃度與「按風險釐定的土地污染整治標準」和非水相液體的戒備準則	<ul style="list-style-type: none"> • 以質量/質量(土壤)及質量/體積(水)為單位報告樣本濃度 • 將土壤樣本的最高濃度與「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」作出比較 • 將地下水樣本的最高濃度與「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」作出比較 	<ul style="list-style-type: none"> • 表格3.2 — 土壤數據摘要及與「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之比較 • 表格3.3 — 地下水數據摘要及與「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之比較
四、逐點比較	<ul style="list-style-type: none"> • 將所有化學品名稱、樣本編號、取樣位置和深度逐點列表，並標出任何超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」的樣本 • 將所有化學品名稱、樣本編號、取樣位置和深度逐點列表，並標出任何超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」的樣本 	<ul style="list-style-type: none"> • 表格3.4 — 土壤樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之情況 • 表格3.5 — 地下水樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之情況
五、確定非水相液體是否存在	<ul style="list-style-type: none"> • 現場觀察記錄，包括非水相液體的目視及氣味證據，以及現場儀器讀數 	
六、於污染評估報告內納入評估結果	<ul style="list-style-type: none"> • 決定是否需要實施整治措施 • 探討資料的缺漏和不確定情況(若適用) 	<ul style="list-style-type: none"> • 污染評估報告



第三節 「按風險釐定的土地污染整治標準」 在土地污染評估中的應用

3.1 「按風險釐定的土地污染整治標準」應用於土地污染評估的步驟

圖3.2詳載下列六個污染評估的步驟：

步驟一：確定土地用途及選擇受關注的化學品

步驟二：評估受關注的化學品的化驗數據

步驟三：比較最高檢測濃度與「按風險釐定的土地污染整治標準」和非水相液體的戒備準則

步驟四：逐點比較

步驟五：確定非水相液體是否存在

步驟六：於污染評估報告內納入評估結果

透過以上步驟匯集資料後，便可使用標準表格3.1至3.5加以概述和作出報告。這些標準表格會於下文及本《使用指引》的第四節中介紹。

提供給使用者的指引如下：

步驟一：確定土地用途及選擇受關注的化學品

首先應確定該項物業在過去、現在和將來的土地用途。這項資料通常視為初步土地評估的一部分（見圖3.1）。過去和現在的土地用途資料在擬訂潛在受關注的化學品清單，以及評估該場地是否可能存在與非水相液體相關的化學品時都很重要。在進行初步土地評估時，應該確定該場地在過去和現在可能造成污染的活動，並列出曾經製造、儲存、使用和棄置的化學品清單。在為該場地選取適當的受關注的化學品時，應該根據初步土地評估所收集的資料，而不應局限於表2.1和2.2所羅列的54種受關注的化學品。

標準表格3.1可用以概述物業過去、現在和預計將來的土地用途。

假如該場地過去和現在的土地用途不同，則所有過去在該場地進行的業務及場地情況（追溯至該受影響物業未作工業用途前為止）都必須提供。若能獲取過去各項業務的平面圖，也應該附載於此標準表格，用以說明該場地過去的情況。此外，亦應特別說明與過去每種用途相關的行業/設施/場地類別，土地擁有人的名稱，以及提供主要產品或工序的簡介。還應該說明的包括曾使用該場地的行業經營年數，或該項物業的空置年數（如該場地曾空置不用）。

現在的土地用途資料亦應該提供，其中包括：該場地現在的平面圖、設施或行業類別、該行業的業務和主要產品或工序的說明，以及土地擁有人的名稱。如該場地現時空置不用，亦應該在標準表格上註明。若有證據顯示與該場地有關的污染已轉移至場地範圍外的下游物業，則該受影響物業的土地用途類別亦應註明。

檢視該場地過去和現在的空中俯瞰照片，亦往往有助於鑑定可能造成污染的過去和現在的情況或活動。

該項物業將來的土地用途類別，例如市區住宅、鄉郊住宅、工業或公園等，都應該清楚說明。由於每套「按風險釐定的土地污染整治標準」的適用範圍視乎土地用途而定，因此，應該將該場地的污染數據與報稱的將來土地用途的「按風險釐定的土地污染整治標準」加以比較。若將來的土地用途尚屬未知之數，便應該採用最嚴格的一套「按風險釐定的土地污染整治標準」，以便該整治後的場地可以適合所有用途。若該整治後的場地會進行挖土工程，而且被掘出的土壤會在該場地以外再用，亦應該採用最嚴格的一套「按風險釐定的土地污染整治標準」。由於這些土壤被重新再用的最終地點非常難於控制，因此，採用最嚴格的「按風險釐定的土地污染整治標準」便可以確保最終覆蓋及使用這些土壤的場地在任何情況下都可適合所有土地用途。

若該場地將來的土地用途類別不屬於第二節所闡述的四種類別中的任何一種，本《使用指引》的使用者便需要將該場地的暴露因素與該四種類別所闡述的因素作出比較，並找出最接近該場地的暴露因素的土地用途類別。這個最接近的土地用途類別所採用的「按風險釐定的土地污染整治標準」，便是適用於該場地的整治標準。例如，若在學校場地存在的暴露因素最接近「市區住宅」類別，則該學校場地便應採用適用於「市區住宅」類別的「按風險釐定的土地污染整治標準」。

由於商業用途有多種不同形式，在應用「按風險釐定的土地污染整治標準」於商業用地時，應該因應每宗個案的獨特情況作出判斷。舉例而言，若位於鄉郊的單層建築物用作商業用途，因其與鄉郊住宅環境最為相似，便應採用鄉郊住宅的「按風險釐定的土地污染整治標準」。但若市區住宅大廈用作商業用途，便應採用市區住宅的「按風險釐定的土地污染整治標準」。

修復後的土地用途與相應採用的「按風險釐定的土地污染整治標準」，舉例如下：

土地用途	相應的土地用途所採用的「按風險釐定的土地污染整治標準」
商業/住宅	
• 市區的多層大廈	市區住宅
• 鄉郊地區的低層樓宇	鄉郊住宅
商業/商貿及辦公室	市區住宅
學校	鄉郊住宅
設有室內運動場館的公園	公園或市區住宅（以較低者為準）
貨倉及貯存庫	工業
政府、團體及社區用地設施	市區住宅
道路（包括行人道）	工業或公園（以較低者為準）
鐵路	工業
休憩用地	公園
公用事業設施	工業



第三節 「按風險釐定的土地污染整治標準」 在土地污染評估中的應用

步驟二：評估受關注的化學品的化驗數據

在進行場地勘察後（圖3.1的第II部分），必須檢查從場地收集到的數據，確保它們能夠合理及確實的闡述該場地的土壤和地下水污染情況。在取樣和儲存/運送樣本至化驗室時，必須採用標準的現場質量控制/質量保證程序。此質量控制/質量保證程序可確保樣本的完整性，並可減低出現相互污染和樣本誤差的機會（例如由普遍存在於塑膠取樣產品中的 酸酯所引致的濃度誤差）。

而且應該檢查化驗的分析數據，藉此核對是否已遵守基本的質量保證和質量控制規則。如化驗中出現任何異常問題，以致某個檢測方法報告下限無法低於「按風險釐定的土地污染整治標準」，則化驗室必須作出匯報。舉例而言，化驗室可能難以檢測出含有高濃度石油產品的樣本中每一個成份的具體數值。在這種情況下，化驗室可以採用一些特別的方法，例如稀釋樣本，以維持盡可能最低的檢測方法報告下限。一般而言，如分析數據的檢測方法報告下限超過「按風險釐定的土地污染整治標準」，則該等數據便不能使用於評估工作。

所有被檢測到的化學品，都必須與各自的「按風險釐定的土地污染整治標準」加以比較。如果化驗室在質量控制樣本（即「空白」樣本）發現某種化學品，或懷疑此化學品為化驗室本身存在的污染物，亦應將有關資料記錄於污染評估報告。

所有化驗方法，都必須由香港實驗所認可計劃或其相互承認安排的夥伴認可。

步驟三：比較最高檢測濃度與「按風險釐定的土地污染整治標準」和非水相液體的戒備準則

污染評估報告書中應該包括土壤及/或地下水的數據匯總表（可以使用標準表格3.2和3.3作此用途）。所有檢測到的化學品都需分類列入表中，例如：揮發性有機化合物、半揮發性有機化合物等。此外，還應該包括下列額外的統計數字和資料：

- 檢測頻率 — 化學品被檢測到的次數，除以收集該化學品的分析樣本總數。
- 檢測濃度範圍 — 每種化學品的最低和最高檢測濃度。
- 檢測方法報告限值範圍 — 化驗室報告中每種化學品的檢測方法報告下限及上限。
- 分析方法 — 分析每種化學品所採用的方法的依據。
- 土地用途類別 — 列出有關的土地用途類別。
- 「按風險釐定的土地污染整治標準」 — 為適用於該場地的所有土地用途類別，分別根據表2.1和2.2，列出適當的土壤和地下水的「按風險釐定的土地污染整治標準」最低值。假若表2.1或2.2並未列出在該場地發現受關注的化學品的「按風險釐定的土地污染整治標準」，本《使用指引》的使用者便應為該受關注的化學品建議一個適當的整治標準，以徵求環保署同意。
- 「土壤飽和度限值」或「溶解度限值」 — 在土壤及地下水的數據摘要（即標準表格3.2和3.3）中，分別根據表2.1和2.2，列出相關的「土壤飽和度限值」或「溶解度限值」。

步驟四：逐點比較

必須進行逐點比較。首先將所有樣本的編號、濃度、取樣位置和深度排列成表。然後，在標準表格3.4和3.5中相應的欄內，為那些超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」或「土壤飽和度限值」的樣本（於標準表格3.4中），以及超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」或「溶解度限值」的樣本（於標準表格3.5中），劃上勾號。最後向當局提交場地圖，顯示超過「按風險釐定的土地污染整治標準」或非水相液體的戒備準則的污染物樣本分布範圍。

步驟五：確定非水相液體是否存在

如在土壤中檢測到的化學品最高濃度超過「土壤飽和度限值」，或在地下水中檢測到的化學品最高濃度超過「溶解度限值」，便需要進行額外評估，以確定非水相液體是否存在。

「土壤飽和度限值」及「溶解度限值」，分別用以初步篩檢未飽和的地表下土壤層及地下水中的非水相液體。確定場地的土壤或地下水是否含有非水相液體，或其他非天然的自由液體，大都需要由專業人員作出判斷，並需以證據衡量法平衡可能互相矛盾的資料。這方面的證據包括：該場地過去的土地用途歷史、土壤鑽探記錄（目視證據及/或碳氫化合物蒸氣讀數），以及各種化學品的土壤、地下水和土壤蒸氣濃度。行業內判斷地下水是否已受重質非水相液體污染的經驗法則是：若在地下水中檢測到的化合物濃度比有效溶解度高出1%，則重質非水相液體有可能存在。這個約數被視為重質非水相液體可能存在的指標，因此，應與該場地的上述細節一併使用。

在確定非水相液體是否存在時，亦需考慮現場觀察結果。如在取樣期間發現下列三種現場情況，則必須記錄在案：

- 在地下水水位之上發現斑痕、不自然的顏色或濕潤的土壤。如單憑目視已可見到液體存在於土壤中，特別是有顏色（或不透明）或黏稠的液體，則非水相液體的存在相當明顯。
- 土壤或地下水樣本有石油或溶劑的氣味。
- 在地下水樣本或水斗中有光彩，或在土壤樣本或對開式取土器中有油質殘留物。

假若發現以上任何一種現場情況，則證明非水相液體有可能存在，而且需要為此場地實施整治措施。在這種情況下，雖然每個場地的情形都各有不同，但下列規則均可能適用（見圖3.3）：

1. 場地濃度高於「按風險釐定的土地污染整治標準」

若現場評估結果顯示沒有非水相液體存在，則「按風險釐定的土地污染整治標準」可作為整治標準。若現場評估結果顯示有非水相液體存在，則必須加以清除，而且應採用「按風險釐定的土地污染整治標準」和「土壤飽和度限值」或「溶解度限值」當中較低的一個作為清理準則。



第三節 「按風險釐定的土地污染整治標準」 在土地污染評估中的應用

2. 場地濃度低於「按風險釐定的土地污染整治標準」

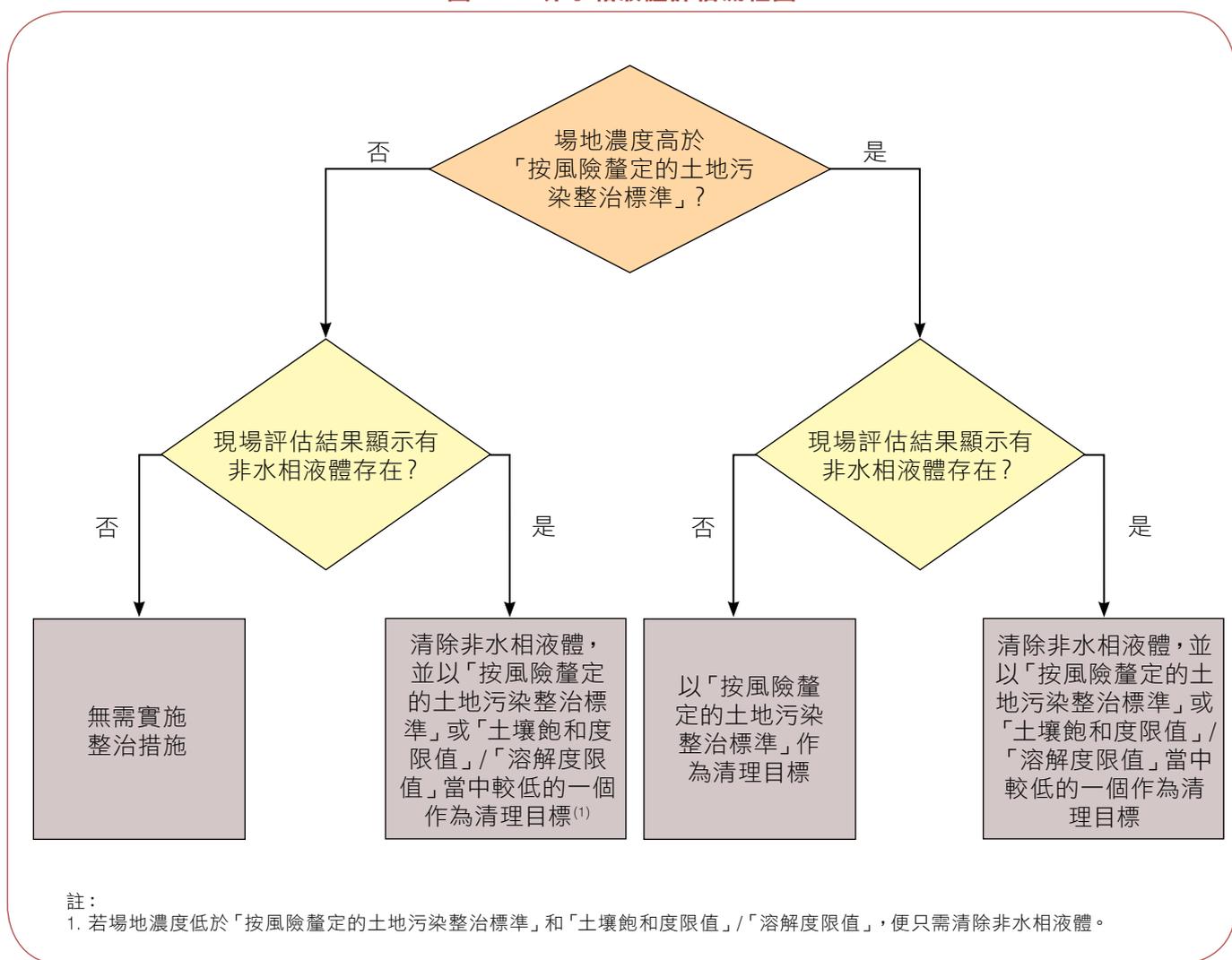
若現場評估結果顯示沒有非水相液體存在，則無需實施任何整治措施。若現場評估結果顯示有非水相液體存在，則必須加以清除，而且應採用「按風險釐定的土地污染整治標準」和「土壤飽和度限值」或「溶解度限值」當中較低的一個作為清理準則。

步驟六：於污染評估報告內納入評估結果

污染評估結果應記錄於標準表格3.1至3.5（或其他相似格式），並連同建議的進一步行動一併納入污染評估報告內。若下列情況出現，則顯示污染存在，並且需要為場地採取整治行動：

- 土壤或地下水中檢測到的任何化學品濃度超過「按風險釐定的土地污染整治標準」；
- 土壤中檢測到的任何化學品濃度超過非水相液體的戒備準則，及/或地下水中檢測到的化學品濃度超過「溶解度限值」，而且其他證據亦顯示非水相液體需予關注。

圖 3.3 非水相液體評估流程圖



標準表格 3.1
現場土地用途摘要

物業名稱 _____

現在的用途

設施/行業類別	現場物業的土地用途	開始日期 ¹	行業工序/主要產品的說明	擁有人或用戶	現場物業的大約面積	場地外的物業是否受影響? 是 ___ 否 ___

過去的用途

過去和現在的用途是否不同? ___ 是 ___ 否 ___

若是,請填寫本節。

請於本表填報現場物業內的每項業務、用途或狀況。若該物業在作為商業或工業用途之前的任何業務亦為該場地特徵的重要資料,便須一併填報。請註明該物業於每個階段的情況,包括空置時期。請從最近期的用途開始,然後按時間倒序列出。

設施/行業類別	現場物業的土地用途	開始日期 ²	結束日期 ³	行業工序/主要產品的說明	擁有人或用戶	現場物業的大約面積 (若與現時面積不同)	場地外的物業是否受影響? 是 ___ 否 ___

將來的用途

將來和現在的用途是否不同? ___ 是 ___ 否 ___

若是,請填寫本節。

設施/行業類別	現場物業的土地用途 ⁴	行業工序/主要產品的說明	擁有人或用戶	現場物業的大約面積

¹ 請註明在現場物業開始從事現在的用途的大約年份。

² 請註明在現場物業開始從事過去的用途的大約年份。

³ 請註明在現場物業結束過去的用途的大約年份。

⁴ 請註明所有適用的土地用途,包括市區住宅、鄉郊住宅、工業或公園。

標準表格 3.2
土壤數據摘要及與「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之比較

化學品	檢測頻率 ⁽¹⁾ (x/y)	檢測濃度範圍 ⁽²⁾	檢測方法報告 限值範圍 ⁽³⁾	分析方法	相關土地 用途類別	按風險釐定的 土壤污染整治 標準的最低值 (毫克/千克)	土壤飽和度 限值 (毫克/千克)	最高檢測濃度超過標準 (若適用，請劃上勾號)	
								按風險釐 定的土壤 污染整治 標準	土壤飽和 度限值
揮發性有機化合物 (請列出)									
半揮發性有機化合物 (請列出)									
金屬 (請列出)									
二噁英/多氯聯苯 (請列出)									
石油碳分子範圍 (請列出)									
其他無機化合物 (請列出)									
有機金屬化合物 (請列出)									

1. x = 檢測到的化學品濃度高於檢測方法報告下限的樣本數目
 y = 進行化學品分析的樣本總數
 2. 請填寫最低和最高的檢測濃度
 3. 請填寫檢測方法報告下限及上限

標準表格 3.3
地下水數據摘要及與「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之比較

化學品	檢測頻率 ⁽¹⁾ (x/y)	檢測濃度範圍 ⁽²⁾	檢測方法報告 限值範圍 ⁽³⁾	分析方法	相關土地 用途類別	按風險釐定的 地下水污染 整治標準 最低值 (毫克/公升)	溶解度限值 (毫克/公升)	最高檢測濃度超過標準 (若適用, 請劃上勾號)	
								按風險釐定的 地下水污染 整治標準	溶解度 限值
揮發性有機化合物 (請列出)									
半揮發性有機化合物 (請列出)									
金屬 (請列出)									
二噁英/多氯聯苯 (請列出)									
石油碳分子範圍 (請列出)									
其他無機化合物 (請列出)									
有機金屬化合物 (請列出)									

1. x = 檢測到的化學品濃度高於檢測方法報告下限的樣本數目

y = 進行化學分析的樣本總數

2. 請填寫最低和最高的檢測濃度

3. 請填寫檢測方法報告下限及上限

標準表格 3.4
土壤樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之情況

化學品	樣本資料		濃度	若超過按風險釐定的土壤污染整治標準，請劃上勾號	若超過土壤飽和度限值，請劃上勾號	受影響範圍的大約面積
	樣本編號	取樣深度				
揮發性有機化合物 (請列出)						
半揮發性有機化合物 (請列出)						
金屬 (請列出)						
二噁英/多氯聯苯 (請列出)						
石油碳分子範圍 (請列出)						
其他無機化合物 (請列出)						
有機金屬化合物 (請列出)						

標準表格 3.5
地下水樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之情況

化學品	樣本資料		濃度	若超過按風險釐定的地下水污染整治標準，請劃上勾號	若超過溶解度限值，請劃上勾號	受影響範圍的大約面積
	樣本編號	取樣深度				
揮發性有機化合物 (請列出)						
半揮發性有機化合物 (請列出)						
金屬 (請列出)						
二噁英/多氯聯苯 (請列出)						
石油碳分子範圍 (請列出)						
其他無機化合物 (請列出)						
有機金屬化合物 (請列出)						



第四節 記錄與報告

作為整個評估程序的最後步驟，本《使用指引》的使用者應該將第三節提及的所有結果記錄在污染評估報告內，以獲得環保署批准。

標準表格3.1至3.5可以作為範本，總結完成污染評估所需的資料。污染評估報告應該包括這些表格（或包含相同資料的類似表格），以及表格內容的闡述。本《使用指引》附有下列標準表格：

- 標準表格3.1 — 現場土地用途摘要
- 標準表格3.2 — 土壤數據摘要及與「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之比較
- 標準表格3.3 — 地下水數據摘要及與「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之比較
- 標準表格3.4 — 土壤樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的土壤污染整治標準」和「土壤飽和度限值」之情況
- 標準表格3.5 — 地下水樣本中的化學品濃度及超過「按風險釐定的地下水污染整治標準」和「溶解度限值」之情況

有關填寫這些表格的指引可參閱第三節。這些資料必須作為污染評估報告的一部分，連同是否需要採取進一步行動的結論一併提交。

工程項目倡議人必須保存下列輔助文件，並在環保署要求時提交：

- 完整的一套現場及化驗數據 — 所有媒介樣本的現場記錄及化驗分析報告副本。
- 樣本保管流程的記錄。
- 質量保證/質量控制文件。

化驗報告必須包括下列資料：化驗室名稱和地址、客戶名稱和地址、項目名稱、檢測結果、檢測方法報告下限、樣本編號、化驗室編號、樣本基體、樣本收集日期和時間、樣本接收日期、樣本準備及抽取日期、分析日期、準備及分析方法編號、檢測方法量度限值、分析結果、化驗人員簽署及發出日期。

樣本保管流程的記錄必須包括：受影響物業的名稱、地址和政府規管識別編號、樣本收集者名稱、樣本收集日期、要求分析的種類、樣本基體、樣本編號和取樣位置、樣本保存方法、轉交其他人士的日期和時間、化驗室接收樣本的日期和時間、樣本收集者、化驗室和任何中間人的簽署、化驗室指定的工作編號和樣本編號，以及任何其他相關的登記資料。

質量控制文件應該包括表達分析結果所需要的任何其他資料，以及簡短的摘要，證明相關數據能夠符合該項目的質量控制目標。該項目的媒介樣本數據質量指標應該以附件形式包括在輔助文件內。

數據質量指標程序界定了在進行場地勘察或整治時，所需的數據種類、數量和質量。數據質量指標亦提供一個系統化方法來界定數據收集設計應該符合的準則，包括：何時、何處及如何收集樣本或進行現場量度；如何決定可容忍的決策錯誤率；應該收集的樣本或進行現場量度的數目；以及應該達到的檢測方法報告下限。

美國環境保護局對數據質量指標的闡述是：一個逐步迭代的規劃方法，用作擬訂環境數據收集計劃。USEPA (2000)刊載了有關數據質量指標程序，以及運用數據質量指標程序進行危險廢物場地勘察的指引。



第五節 參考書目

ASTM (American Society for Testing and Materials) 1995, *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites*.

ASTM (American Society for Testing and Materials) 2000, *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action*.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) 1996, *A Protocol for the Derivation of Environmental and Human Health Soil Quality Guidelines*, National Contaminated Sites Remediation Program, CCME, Winnipeg.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) 2000, *Canada-Wide Standards for Petroleum Hydrocarbons (PHC) in Soil: Scientific Rationale- Supporting Technical Document*, CCME, Winnipeg.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) 1992, *Estimating Potential for Occurrence of DNAPL at Superfund Sites*. Office of Solid Waste and Emergency Response, R.S. Kerr Environmental Research Laboratory, USEPA, Houston, Texas.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) 1998, *Guidelines for Ecological Risk Assessment EPA/630/R-95/002F*, Risk Assessment Forum, USEPA, Washington DC.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) 2000, *Data Quality Objectives Process for Hazardous Waste Site Investigations EPA QA/G-4HW Final*, USEPA, Washington DC.



本書以環保紙張印刷