

# 土壤中火炸藥類物質採樣方法

中華民國104年2月4日環署檢字第1040010671號公告

自中華民國104年5月15日生效

NIEA S904.60C

## 一、方法概要

本採樣方法係針對軍事場址受火炸藥污染(註1)或疑似含有火炸藥類物質污染之土壤，說明採樣時可使用的設備、材料、程序、品質管制與安全措施等，作為技術性指引，以取得具有代表性之樣品。

## 二、適用範圍

本方法適用於軍事場址0~30公分表層土壤受火炸藥類物質污染或疑似含有火炸藥類物質污染之土壤採樣，如須採取更深層土壤，應專案採取逐層或逐次方式進行。

## 三、干擾

採樣時應注意現場環境之干擾及採樣器材之交互污染。

## 四、設備及材料

### (一) 採樣器材：

1.採樣鏟 (Hand - held shovel)：如圖一，常用不銹鋼材質製品，或其表面具有塑膠、鐵氟龍塗佈者。規格大型者如水泥拌合用，小型者如園藝用。如樣品僅檢測重金屬時亦可使用塑膠材質代替。採樣過程對樣品擾動程度較大，且採樣位置與深度較不易精確掌握。

2.土鑽採樣組 (Hand - held auger)：如圖二，不銹鋼製或其他金屬製螺旋狀或中空採樣管，配合適於不同土壤性質之各型螺旋狀刀刃組成。如以旋轉方式採樣，所得為受擾動之土壤樣品；如直接以壓力迫使土壤移入中空採樣管中，則可得較不擾動之土壤樣品。使用時以手動鑽入採樣。

### 3.其他土壤採樣器

(1)活塞式採樣器 (Piston rod soil sampler)：利用採樣器內的活塞造成適當的真空，以採集具流動性的樣品 (如湧砂)。

- (2)雙套管採樣器 (Dual tube soil sampler)：具有內、外二組螺桿，內螺桿前端接採樣襯管，同時直接貫入土中，土樣即進入襯管中。適用於採樣孔有崩孔之虞者。

## (二) 採樣襯管及樣品容器

- 1.採樣襯管或採樣管：可使用塑膠襯管、PETG、鐵氟龍襯管及金屬管做為襯管或採樣管，但必須將土壤保存於玻璃容器中。另外，若樣品同時檢測銅時，則不能使用銅管。
- 2.樣品容器：土壤樣品應保存於250 mL廣口瓶，棕色玻璃材質，附螺旋瓶蓋，瓶蓋內襯為鐵氟龍墊片。若使用透明玻璃瓶，應避免照光，可以鋁箔紙包於瓶外。廣口瓶使用前需先以丙酮清洗並乾燥。

## (三) 非破壞性調查工具

常見有以下3種調查工具，調查時至少(含)2種以上才可進行。

- 1.透地雷達(如圖三)是藉由發射雷達波(Radar Wave)訊號，並利用雷達波碰到地層因介電常數差異而產生反射波，分析反射波來回所需要的時間、波型、振幅等資料，來判別反射體的性質與位置。此一反射訊號為地面上的接收器所接收、放大、數位化後，記錄成原始資料，經由室內資料處理後，可以研判地下構造、地下水位、層面、地下異物或金屬物質分佈狀況。
- 2.感應電磁(如圖四)係利用電磁感應原理，於地表發射線圈中通以變頻式交流電，造成隨時間變動之主電磁場(primary EM field)，因地層導電程度不同繼而引發強度不同之次電磁場(secondary EM field)，並在地表離發射線圈不遠處以另一接收線圈記錄次電磁場，獲得地表下地層導電率分佈情形。一般而言，電磁波頻率愈低，線圈間距愈大，其探測深度愈深。EM可用來偵測磁性或非磁性之金屬物質，可得知未爆彈與感應器的距離、金屬含量、破片的數量等。
- 3.金屬探測器(如圖五)可用以偵測地表下可能存在之金

屬物質大小、形狀、方向及位置及深度，利用有交流電通過的線圈，產生迅速變化的磁場。由磁場對金屬物體內部感生渦電流。渦電流產生之磁場再影響探測器產生的磁場，引發探測器發出鳴聲。偵測之敏感度及可達之深度、範圍，視頻率及待測物種類、大小、形狀決定，需依調查須求選擇使用。一般而言，金屬探測器對可產生磁性之金屬如鐵、不銹鋼等有反應較佳，對銅、錫、鋁則反應較差。

#### (四) 快篩工具

1. 攜帶式拉曼光譜儀：利用攜帶式拉曼光譜儀分析土壤樣品，經散射光譜比對，可分析土壤中火炸藥類物質種類及含量，唯須注意土壤基質之干擾，一般而言土壤中火炸藥類物質需超過2%，始可使用攜帶式拉曼光譜儀篩檢。
2. 攜帶式傅立葉轉換紅外線光譜儀：利用攜帶式傅立葉轉換紅外線光譜儀分析土壤樣品，經干擾儀及傅立葉轉換分析土壤樣品之紅外線吸收光譜，可得知土壤中火炸藥類物質種類及含量，唯須注意土壤基質之干擾，一般而言土壤中火炸藥類物質超過2%，可使用傅立葉轉換紅外線光譜儀篩檢。
3. 快速篩選工具組：可參考「土壤中火炸藥物質-海掃更、奧克托景類化合物比色篩檢方法」(NIEA S902)及「土壤中火炸藥物質-三硝基甲苯類化合物比色篩檢方法」(NIEA S903)，選取適當之快速篩選工具組，進行土壤樣品篩檢，初步瞭解土壤火炸藥類物質濃度，若樣品濃度超過快速篩選工具組偵測上限，則應於樣品運送單中註明。

#### (六) 其他

1. 個人防護裝備 (Personal protection equipment, 簡稱 PPE)：使用方法參見「事業廢棄物採樣方法 NIEA R118」。
2. 現場隔離及作業區別之警示或隔離標誌。

3. 通訊器材、交通工具、搬運設施及其他等。

## 五、試劑

### 土壤樣品

- (一) 試劑水:不含待測物之試劑水，請參照NIEA W785之規定。
- (二) 淋洗劑：不含待測物的有機溶劑或試劑水。
- (三) 空白樣品：採集待分析揮發性有機污染物的土樣時，需準備空白樣品，可購置或於實驗室自行製備。參見「九、品質管制（三）品管樣品」之說明。

## 六、採樣及保存

部份受火炸藥類物質污染場址可能存在未爆彈等，因此於採樣前應依火炸藥類物質運作方式，場址過去運作歷史，事先評估場址危害性，選擇性應用非破壞性調查工具，確認場址無誤擊風險後，才可進行採樣，必要時可由軍方專業人員進行指導。若非破壞性調查過程發現地下環境可能存在誤擊風險，則不進行採樣，並轉由軍方專業人員處理。

為確保採樣、運送及分析過程的安全，採樣時可選擇應用透過各類快速篩測工具確認土壤中火炸藥類物質濃度，若快篩結果顯示土壤中火炸藥類物質濃度超過10%，則停止後續採樣、運送及前處理工作，並轉通知軍方專業人員處理。

使用各類快速篩測工具時，應選取篩測所須最小樣品量，必要時將樣品切割成數等份，以進行測試，且使用篩測儀器時，應先將儀器設定在最小能量，經選取最小樣品量初步篩測確定安全無虞後，才能逐漸提高篩測儀器能量設定。

土壤採樣分為混樣（composites）與抓樣（Grab samples）兩種。混樣是將不同採樣點（或採樣深度）的土壤混合，以取得特定區域內的平均濃度，耗用之分析經費較少；抓樣為採取特定點（或深度）的土壤。混樣與抓樣皆適用於火炸藥類物質採樣分析。

採樣佈點可依採樣目的而調整，可一次採樣作評估，亦可能需要以多階段執行，第一次可作較大範圍、較大間距的均勻佈點，第二次或第三次則應儘量集中於高污染區內及邊界附近，即調查由開始至結束階段，佈點重心也由場址的全面性趨

於污染源或高濃度區（Source or hot spot）。

採樣作業之各項步驟說明如下：

- （一）非破壞性調查：為避免採樣過程誤觸未爆彈等造成的危害，確保採樣過程安全性，採樣工作執行前，可視需要先會同軍方專業人員進行場址初勘，根據場址運作歷史及內容，目視是否有未爆彈，若有發現未爆彈應由軍方專業人員處理並確認無誤後再進行採樣流程，運用透地雷達、感應電磁或金屬探測器等非破壞性檢測工具，確認地表下無不明金屬物質存在，再進行土壤採樣。採樣位置及深度不得超過當次非破壞性檢測工具探測之範圍及深度，參照圖六、圖七依照場址使用狀況執行採樣流程。表面清除分3等級：

第1級：確認無可目視未爆彈。

第2級：選擇性應用透地雷達、感應電磁或金屬探測器等非破壞性檢測工具掃描從0~45cm內的土壤層，並確認此深度範圍未爆彈或廢棄軍用品皆已清除完畢。

第3級：使用較為精確數位式地理地圖，完整的清除場址內所有未爆彈或廢棄軍用品。

採樣場址至少應達到第2級或第3級清除，才能進行採樣工作。

- （二）採樣計畫：應包括採樣目的、場址過去運作歷史、場址背景（如場址地號（址）、場址地（簡）圖與現場面積、場址土地使用沿革、地質與地下水資料、可能污染物種類及預估污染土方量、運作中營區或停止運作營區等）、計畫採樣點數及佈點、使用之採集工具、採樣人員組織與分工、樣品容器與保存運送、待檢測項目及其他相關品管規範等。採樣計畫可由採樣人員依採樣目的及場址初勘後先行研妥，必要時依場址所轄環保單位規定辦理，以供採樣之進行。進行火炸藥類物質場址採樣，需於採樣計畫中說明緊急聯絡資訊及應變措施內容。

(三) 採樣點配置與採樣深度：對於調查區域內，視需要可分割成不同採樣原則的採樣分區；採樣點配置與採樣深度以取得具有代表性樣品、減低成本及最高調查品質為主要考量。並應審慎檢查每一鑽孔的位置，避開地下管線、儲槽或其他非天然障礙物。

污染調查時需先釐清非污染區、疑似污染區及已知污染區，可由定期監測、背景調查結果及土地使用沿革得知概略情況，再經更詳細的土壤採樣分析結果判定污染區。針對疑似污染區及已知污染區採樣時，不可混入非污染區土樣。

### 1.採樣方式

(1)依據場址特性、污染情況，常用的污染調查採樣方式如下：

- a.主觀判斷採樣 (Judgmental sampling)：當確知或可目視污染源所在位置時，根據專業判斷直接於定點採樣。可節省採樣及分析成本，但其結果不適合作統計分析。
- b.簡單隨機採樣 (Simple random sampling)：將調查區劃分成許多小單位，配合亂數表對各小單位採樣。適用於調查區域內的污染分佈相當均質時，亦即非針對高濃度的污染源調查時。其結果具統計意義，容易計算平均值、濃度分佈與變異。
- c.分區採樣 (Stratified sampling)：當調查區內影響污染物分佈特性（如土壤質地、風向、地下水流等）的異質性較高時，可將整個調查區切分成各個均質的小分區，以各分區的面積權重分配採樣數，再對各小分區進行（如隨機）採樣。其結果可更精確獲知污染分佈。
- d.系統及網格採樣 (Systematic and grid sampling)：利用虛擬網格方法，在網格內或交叉處採樣，當污染趨勢或分佈範圍過大且不明確時，可依此結果找尋高污染區。在常用的網

格定點方法中（如圖八），若無特殊考量，以瓶架網格（Bottle rack grid method）、平行網格（Parallel grid method）及矩形網格（Rectangular grid method）採得高濃度點的機率較高。

e. 應變叢集採樣（Adaptive cluster sampling）：利用初步大範圍的系統調查結果，再逐步趨向高污染區作較細密的採樣，適用於界定污染範圍。

f. 混合採樣（Composite sampling）：當受限於樣品分析經費或時間，可將採得的土樣等量均勻混合，以減少分析樣品數。其結果會損失濃度分佈的資訊。

(2) 當界定土壤污染範圍時，包括污染土地的面積、深度及污染物種類及濃度分佈，通常採網格方式作採樣佈點（如圖八）。

網格之製作可於調查面積內，以每隔 5 至 50 公尺間距進行虛擬網格作業，網格可為正方形、長方形、三角形、菱形或平行四邊形等形狀，於網格節點處即為採樣點。實際上可依現場面積大小、污染分佈與污染物傳輸速度、污染程度、土壤質地、污染物質之物理化學性質、場址地表情況而變動。

污染範圍界定常需要進行多次的佈點與採樣，第一次作較均勻的採樣間距佈點，得到初步土壤污染物濃度分佈，再對於土壤污染物濃度較高處、濃度異常變化處等進行較細密的採樣佈點與採樣。

(3) 決定採樣數

採樣數的決定應依據採樣計畫的數據品質目標、濃度變異性、可容忍之採樣誤差等，可用適當之統計方法計算。使用之統計方法應符合採樣之目的。（註2）

## 2. 採樣深度

火炸藥類物質污染土壤採樣深度應依污染物可能

存在位置決定，生產、製造火炸藥類物質場所，火炸藥類物質可能由地下或地下管線、儲槽洩漏造成污染，採樣深度需依管線、槽體位置及深度決定；裝填、維修、銷毀之火炸藥類污染，靶場、炸射場及射擊訓練場所，大多位於地表下0~30公分等之土壤層，本方法採樣深度，僅限於表土層0~30公分之土壤層。

若有需要採取深度較深樣品，則應另行成立專案，以逐層逐次方式，需使用非破壞性調查確認0~45公分深度無誤擊風險，開挖清除選定網格為範圍採樣處0~30公分土壤層後，重複非破壞性調查再開挖清除動作直至達到預定之採樣深度。

- 3.其他採樣原則：參考前二項原則並考量現場實地狀況酌以混樣或抓樣採取之。
- 4.使用簡易的檢測工具可輔助現場篩選採樣點，並記錄檢測結果，亦可依專業知識與污染情況而更動採樣點數目與位置。前述篩選測試的數據僅能作為參考，不能作為最終分析結果。

#### (四) 採樣器具之使用

- 1.火炸藥類物質大多屬於半揮發性有機物，大部分之土壤採樣器具均適用。若以採樣管貫入方式採取土柱樣品，應先需注意貫入深度不可大於採樣管之全長，以免土柱被壓縮，此外採樣深度不可大於非破壞性檢測設備探測之深度範圍。各採樣器具之使用方法如下：

##### (1)採樣鏟

先以採樣鏟移除地表覆蓋物(如石礫、植被)，再挖取表土；或在已用機具挖開之土層剖面一定深度處直接以採樣鏟取土。若樣品代表某一深度範圍(如0至15公分)之樣品時，在該範圍內每一深度所得之土樣宜儘量混合均勻。

##### (2)手動式土鑽採樣組

一般包含轉動把手、連接桿、採樣頭(或採樣管)三部分，將各部分零件組合完成，組合之程序



依照供應廠商之建議說明為之。於預定採樣點，以人力於把手處旋轉可將採樣頭移入適當深度，同時使土壤進入採樣頭內。

採樣頭之口徑大小及切刀形狀不同是為提供不同土壤質地時使用，採樣頭亦可內加襯管作為樣品容器。

### (3)其他

其他適當之採樣設備，依照設備製造廠操作說明書為之。

## 2.現場輔助性篩選工具

- (1) 可利用攜帶式拉曼光譜儀或攜帶式傅立葉轉換紅外線光譜儀分析土壤樣品，依照設備製造廠操作說明書操作進行快篩。
- (2) 快速篩選工具組：可參考「土壤中火炸藥物質-海掃更、奧克托景類化合物比色篩檢方法」(NIEA S902)及「土壤中火炸藥物質-三硝基甲苯類化合物比色篩檢方法」(NIEA S903)進行土壤樣品篩檢。

## (五)採樣執行

土壤採樣之執行，係以土壤採樣器及採樣原則為基礎，地質特性與待檢測項目為分類依據，一般土壤採樣之執行步驟如下：

- 1.除了例行性採樣外，依據現場範圍、地形地物、疑似污染處所及採樣計畫書，決定採樣點分佈後進行現場標示。
- 2.參考污染項目，選擇適合採樣器具、樣品容器、包裝用品及標示標籤，並備妥足夠之採樣器具或清洗設施。
- 3.於擬採樣點上，以適當採樣器具採取。採表土時，需先清除地表大塊石礫、植被，再採取適當深度土樣；每一點之樣品量以不低於 0.2 公斤為原則。
- 4.依地質特性選擇適用之採樣器具（參考表一）進行採

樣，觀察並記錄土壤樣品的物理特性。

#### 5.進行採樣器具之除污作業。

除污是為減少土壤樣品間的接觸與相互污染的可能，在採樣前、後，依照需求標準，徹底清洗採樣系統各部零件。與樣品接觸的土鑽採樣元件、銅管或不鏽鋼襯管等於使用後須更換或清理乾淨，方能重複使用。清洗方法為先用毛刷或鋼刷將附著的土壤刷除(以目視判定)(若採集待分析有機成份土樣時，尚需以無磷清潔劑、或有機溶劑(丙酮及正己烷)、或熱水清洗)，最後以去離子水或不含待測物的試劑水潤洗之，風乾後以塑膠袋、鋁箔或 PVC 膜包裹備用，襯管兩端則需套上封帽。

### (六) 樣品處理

1. 若快篩結果顯示土壤中火炸藥類物質濃度超過10%，則停止後續採樣、運送及前處理工作，並轉通知軍方專業人員處理。樣品寄送至實驗室分析前，必須將樣品保存於樣品容器中並需有避免照光的措施。
2. 有關樣品前處理部份依總則或檢測方法規定。
3. 若欲進行混樣，則在樣品混合前，需先將各樣品均勻化，等量取出一部份進行混合，剩餘部份備用；當混樣分析結果過高時，可在樣品保存期限內重新分析各備用樣品，以減少重新採樣的工作。但是土樣的基質足以干擾污染物的分析結果，或土壤質地差異過大時，不適合作混樣處理。

#### 4.樣品檢選

樣品如無法完全充滿襯管，需用清潔之不銹鋼鋸切除襯管空心部分與包含約 2 公分長的土柱後再密封。如切除後之剩餘長度無法滿足分析要求，此樣品應視為無效樣品，須重新採樣。

樣品若含有大粒徑之礫石，使得封帽無法完全密封襯管口時，如在長度許可之範圍下，採樣人員可用清潔之不銹鋼鋸切除已變形之襯管，封存合格樣品，否則此

樣品即為無效樣品，須重新採樣。

5.在樣品容器外加貼標籤（必要時應加封條），或依檢測方法項目而定。

#### （七）樣品保存及運送

火炸藥類物質包含有揮發性有機物及半揮發性有機物，一般而言，待測有機成份的樣品應保存在  $4\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  冷藏箱中，並避免照光，儘速送至實驗室執行檢測分析。有關樣品保存期限，依照行政院環境保護署公告土壤檢測方法總則NIEA S103。

運送之樣品如為高污染土壤或污染特性不明確者，需注意其可能引致之安全問題並採取預防措施。運送時除樣品外尚須附上相關採樣紀錄資料，此外，如以快速篩測工具發現土壤中火炸藥類物質濃度超過方法可量化濃度之上限值時，應備註於送樣單中，含火炸藥類物質之樣品於運送過程中，應儘量減少碰撞或摩擦以預防運送過程發生危險。

#### （八）工作場地復原

採樣完畢後，若現場挖出之棄土無污染採樣孔或採樣坑之虞（例如含污染物的棄土不能回填至未污染層），應將現場挖出之棄土回填並夯實；若棄土無污染之虞但未能完全回填，或挖出之棄土有污染之虞，則應以細砂或細砂及皂土交替灌滿所有鑽孔，並保持工地之清潔及整齊，後者之棄土應與受污染土壤一併處理。採樣人員應依據工作計畫，於施工後將工作場所修補或復原。

### 七、步驟

略。

### 八、結果處理

土壤採樣進行期間，應針對所遇土壤材料及實施之作業保持連續、正確、完整之紀錄，紀錄應至少包含下列資料：

#### （一）一般項目

日期及天候狀況。

採樣人員。

採樣位置簡圖及佈點位置、採樣地點及 / 或編號、及相關之資料。

## (二) 採樣紀錄

樣品編號。

採樣器材及 / 或方法。

採樣深度及 / 或採樣點高程 (或相對高程)。

樣品之土壤特性描述。

現場篩選測試位置與結果。

## 九、品質管制

(一) 所有樣品之運送時，應包裝完妥置於適當運送容器內。

(二) 所採之樣品應有樣品標籤及封條。

1. 樣品標籤之內容至少應包括：

(1) 樣品編號。

(2) 採樣者姓名及所屬單位名稱。

(3) 採樣時間。

(4) 採樣地點。

(5) 檢測項目。

(6) 樣品保存方式。

2. 樣品封條：採樣後樣品容器應加上封條，封條的粘封須使打開容器時必須撕破封條；現場採樣人員並應於封條上簽名。

## (三) 品管樣品

土壤採樣之品管樣品包括現場空白、設備空白及運送空白，視各採樣計畫之需要採取品管樣品。空白樣品請參照行政院環境保護署公告NIEA -PA101之規定。

#### (四) 採樣佈點

採樣佈點原則如六、(三)所述。如第一次採樣分析結果顯示污染情況異常，不易解釋或需再次採樣確認時，依計畫目的之需求而需進行第二次、第三次…多次採樣時，每次採樣佈點需不同，以避免同點重複採樣。

若是採樣區有高低污染之別，則採樣佈點應儘量集中於高污染區內及邊界附近。

#### 十、精密度與準確度

略。

#### 十一、參考資料

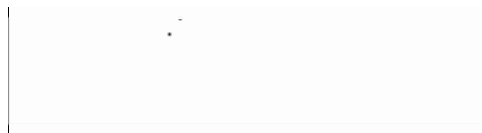
- (一) 行政院環境保護署，土壤採樣方法 NIEA S102.63B，中華民國103年。
- (二) 行政院環境保護署，土壤檢測方法總則 NIEA S103.61C，中華民國98年。
- (三) 行政院環境保護署，土壤中火炸藥物質-海掃更、奧克托景類化合物比色篩檢方法 NIEA S902.60B，中華民國101年。
- (四) 行政院環境保護署，土壤中火炸藥物質-三硝基甲苯類化合物比色篩檢方法NIEA S903.60C，中華民國101年。
- (五) 行政院環境保護署，火炸藥物質檢測方法—高效液相層析儀／紫外光偵測器法 NIEA M903.00B，中華民國102年。
- (六) 行政院環境保護署，火炸藥物質檢測方法—氣相層析儀／電子捕捉偵測器法 NIEA M902.00B，中華民國102年。
- (七) U. S. EPA. Nitroaromatic, nitramine and nitrate ester by high performance liquid chromatography (HPLC), Method 8330B, 2006.
- (八) U. S. EPA. Handbook on the Management of Munitions Response Actions. 2006.

註1：火炸藥類物質屬於有機類物質，其物化特性變化與火炸藥類物種有關，火炸藥類可區分為一級與二級火炸藥，一級火炸藥較不穩定，容易引爆，如史蒂芬酸鉛、疊氮化鉛、雷酸汞等。二級火

炸藥，如TNT、RDX、HMX、Tetryl等，較為穩定但爆炸威力強。其他火炸藥物質如2,4-DNT、2,6-DNT、NG、以及PETN，其中DNT與NG可作為迫擊砲或火箭推進器的原料，而PETN可作為引爆線。一般而言，在軍事場址發現一級火炸藥的機會非常低。在二級火炸藥中TNT與RDX使用量最大，因兩者為炸藥最基本組成。

註2：統計有多種方式可計算，使用時應依據採樣目的選擇，本方法不一一列出。此處試舉一例說明如下：

土壤採樣檢測如選用隨機採樣且假設污染濃度分佈屬常態分佈時，則將樣品初步（或多次）分析結果計算其平均值、標準偏差，及預估的數據品質目標（例如預設以 90 % 之信賴區間為採樣分析結果可涵蓋族群平均（為該場址之真正平均值，例如以管制標準設計之整治基準為參考值。）之機率，及樣品分析結果之平均與族群平均間預設可容忍的差異，作為採樣的數據品質目標）。利用下式計算所採集樣品數是否可達採樣計畫的精密度與準確度。



其中 $n$ ：樣品數

$S$ ：樣品濃度值之標準偏差，為計算值（代表精密度）

$d$ ：樣品濃度平均與族群平均的差異值，為設定值（代表準確度）

$Z_{(1-\alpha/2)}$ ：信賴區間（自行設定）於自由度無限大時之司徒頓  $t$  值（如表二）

若實際採樣數小於上式計算之  $n$  值，則應再採樣檢測，並將再次結果併入上式中計算。

若是檢測值與管制標準比較時，可參考「事業廢棄物採樣方法 NIEA R118」合理採樣數之試誤法（try and error method）計算。

表一 不同地質特性適用之採樣器具

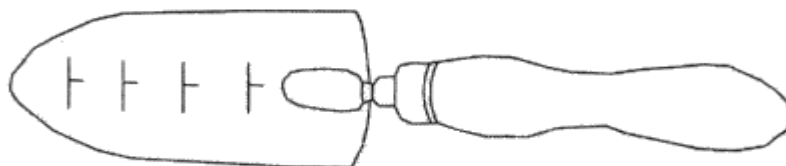
地質特性 採樣方法	黏土層	粉砂層	砂層	湧砂含 水層	礫石層	一般土 壤特性
活塞式採樣法	√	√	√	√	√	√
雙套管採樣法	√	√	√	○	○	√
手動採樣法	√	√	√	X	○	√

註：依採樣法的普遍性、效率與適用性程度，依序建議：√屬「推薦使用」，○屬「適用」，X屬「不適用」。

表二 司徒頓 (Student) t值表

信賴區間(%)	t
60	0.842
80	1.282
90	1.645
95	1.960
98	2.326
99	2.576

註：表中t為在自由度無限大時，於該信賴區間又單尾處的值。



圖一 採樣鏟



黏土用愛德曼(Edelman)  
土鑽(適於黏性土壤)



綜合用愛德曼土鑽  
(適於中性黏質土壤)



砂用愛德曼土鑽  
(適於黏性砂質土壤)



粗砂用愛德曼土鑽  
(適於較鬆或非常乾土壤)



小礫石土壤用河濱式  
(Riverside)土鑽(適於硬  
土壤或混合之細石礫土  
壤層)



含石頭土壤用土鑽  
(適於土壤含大礫石)



堅硬土層用土鑽  
(適於較深堅硬土層)



捕石頭用土鑽  
(適於已鬆脫石頭)



軟黏土用土鑽  
(適於非常軟黏土)





飽和層土壤用土鑽  
(適於較少黏性土壤)



泥用土鑽  
(適於較濕黏的土壤)



採樣刀  
(適於較黏稠或濕的土壤)

圖二 土鑽採樣組

(圖片來源：

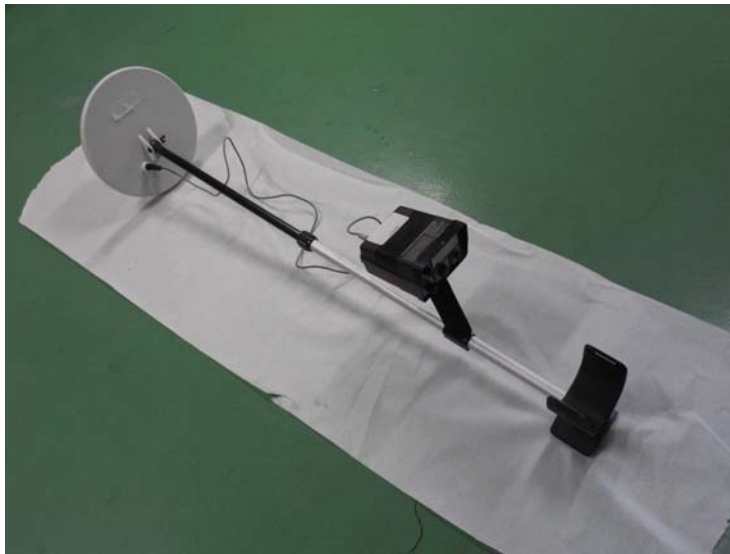
- 1.<http://en.eijkkamp.com/products/soil/soil-drilling-and-sampling/hand-auger-equipment/>)
- 2.<http://www.ams-samplers.com/category.cfm?CNum=6>



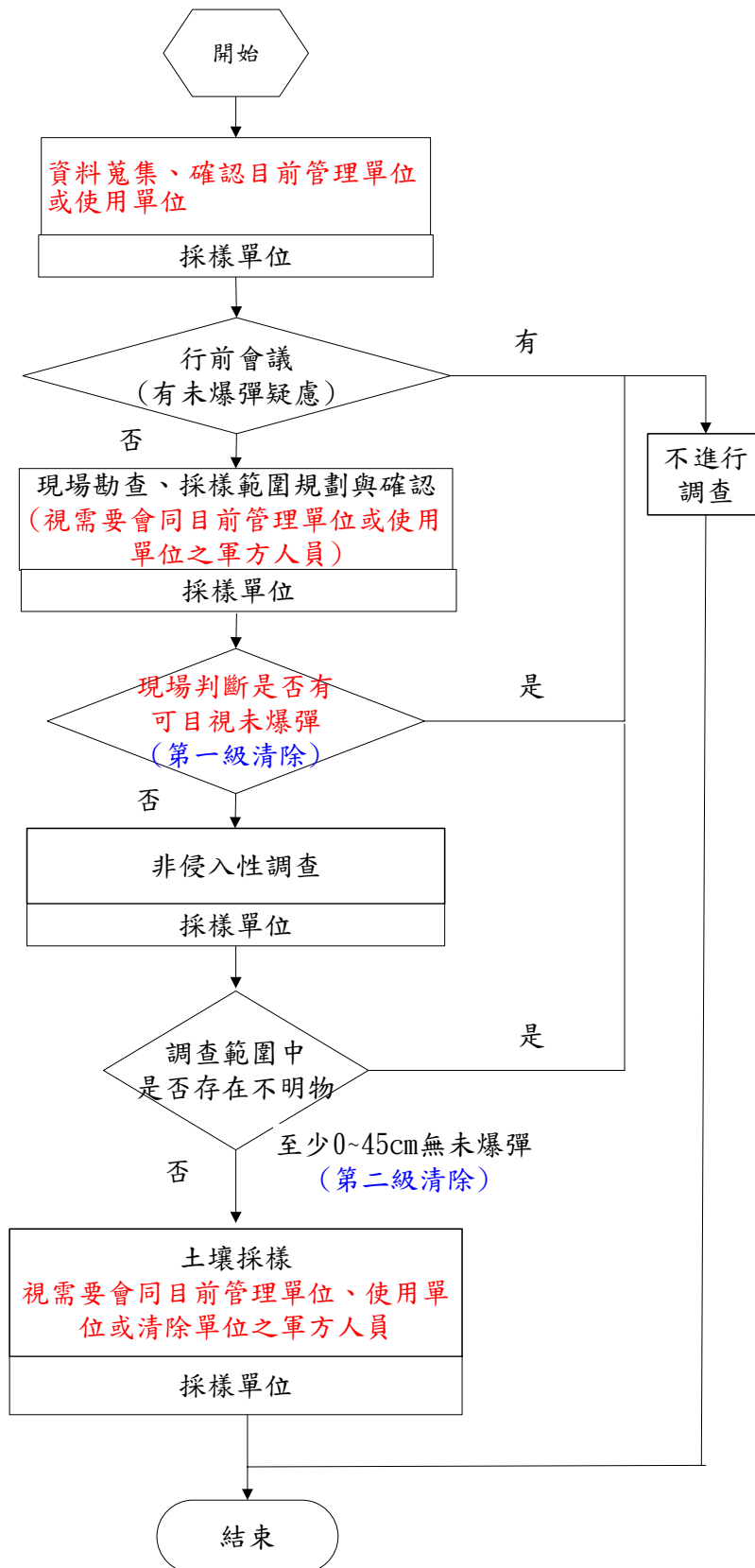
圖三 透地雷達示意圖



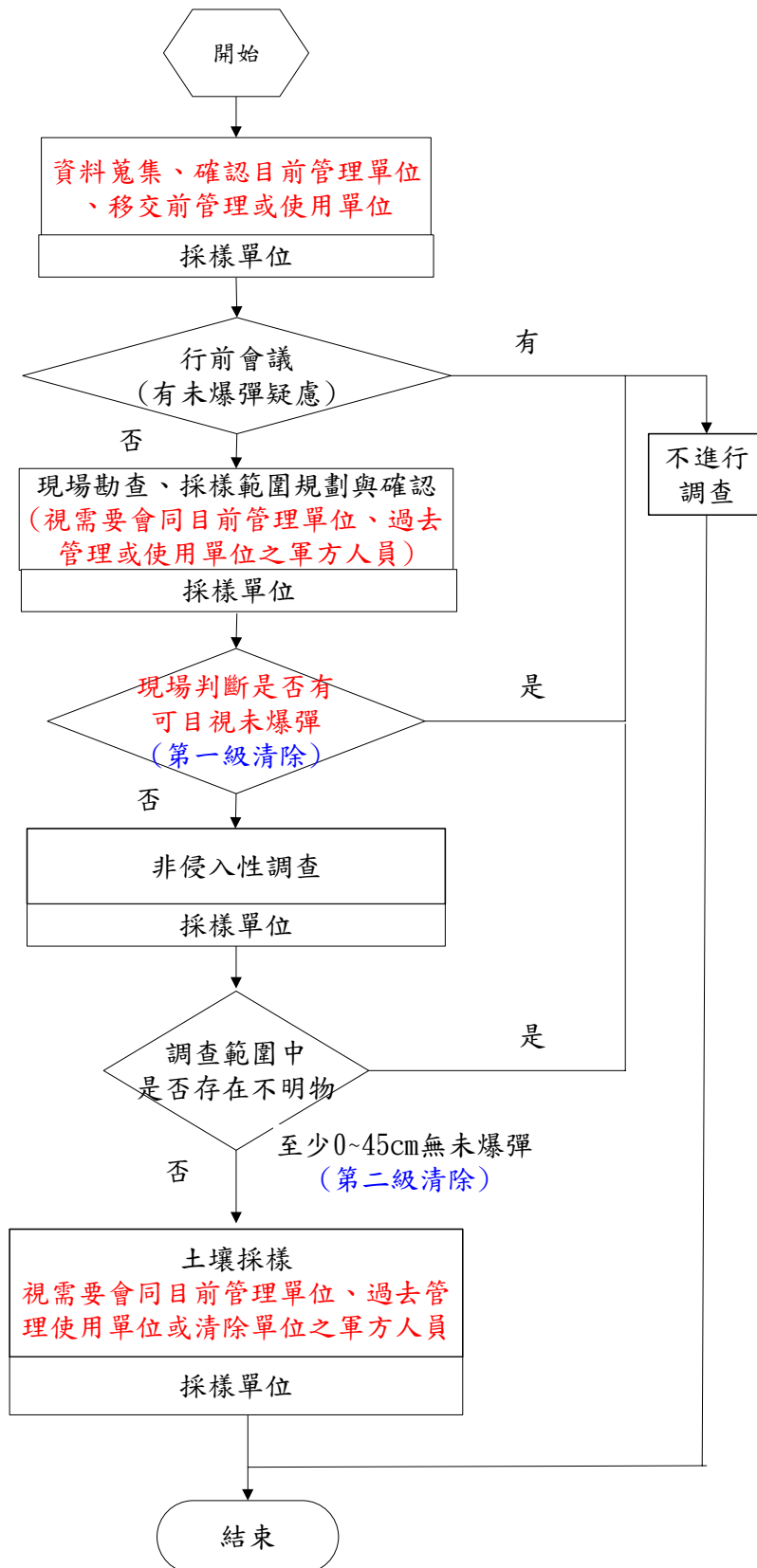
圖四 感應電磁示意圖



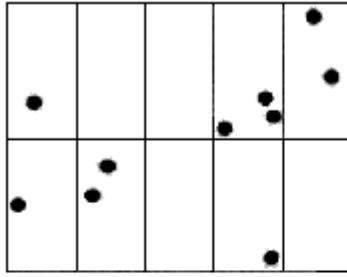
圖五 金屬探測器示意圖



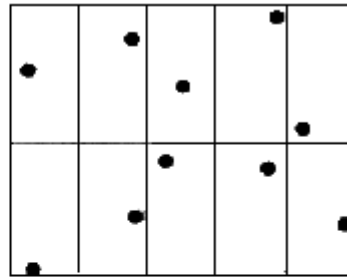
圖六 運作中營區場址火炸藥類物質採樣流程



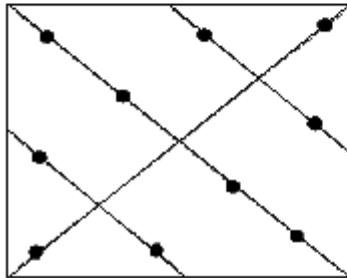
圖七 停止運作中營區場址火炸藥類物質採樣流程



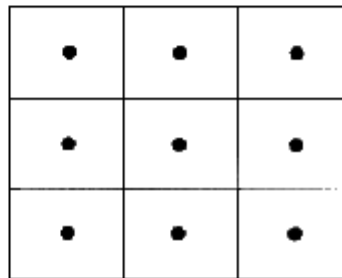
1. 隨機網格法



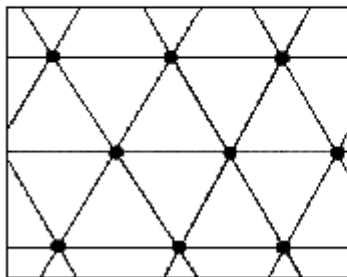
2. 有限度隨機網格法



3. 平行網路法



4. 矩形網格法



5. 瓶架網格法

圖八 網格定點採樣示意圖