

行政院原子能委員會放射性物料管理局
委託研究計畫研究報告

低放射性廢棄物處置場
場址調查作業檢查技術之建立

計畫編號：942005FCMA004

受委託機關(構)：財團法人工業技術研究院

計畫主持人：胡國興

報告日期：中華民國九十四年十二月

低放射性廢棄物處置場址調查作業檢查技術之建立

胡國興、楊明宗、林蔚、張育德、蔣立為、郭泰融、錢正明、廖啟雯、林鎮國

摘要

本研究的目標是在於建立低放射性廢棄物替代場址調查的檢查技術，主要的任務包括(1)研討場址調查的工作項目與範圍；(2)針對場址調查的工作項目，釐清調查資料精度的選擇、可行及適用的實施方法、調查作業之管制方法與技術；(3)考量主客觀的限制條件，建構場址調查作業的整體檢查作業程序。一般來說，場址調查工作需要涵蓋的項目與範圍可能因各國的法令規定、調查階段的目的差異會有所不同。以國內處置設施的法規要求來說，場址調查至少需要提供場址選定、場址特性分析、工程分析與設計，及安全分析等所需要的資料或輸入參數，以確認場址的條件符合場址準則，以及處置設施的設計和營運計畫內容符合安全規範。其調查工作項目大致可歸納為區位與範圍、氣候與氣象、地形與地貌、地質、地表水文、地下水文、大地工程、地球化學、天然資源等九項。而各項調查工作則需要視調查的時序從初查、普查、精查循序漸進地提供區域、場址週邊、工址等不同涵蓋範圍與精度的調查成果。至於實際調查採用的方法會因為場址的地形地質條件、處置概念的選擇、調查團隊的資源和經驗、調查方法的限制等因素的影響，會有比較大的變化，以較具彈性方式來加以規範應較為恰當。至於場址調查作業檢查的執行方面，目前的法令並未對主管機關設定限制，但其實施應考量到避免和其他的管制環節重疊，以及檢查工作所需要耗用的資源，建議以針對場址調查過程中所進行的現地調查或試驗活動為主要目標。檢查的重點在於確認採用的調查/試驗方法是否恰當，以及調查/試驗工作是否按核定的調查/試驗規範實施，目的則在於驗證場址調查的品質系統是否已確實運作。對於檢查作業實施，本研究則模擬可能的執行過程，以前置作業、檢查工作協商、現地檢查實施，以及檢查紀錄發行和改善追蹤等四個階段，分別研擬實施的作業流程、檢查作業重點與內容、檢查紀錄表格式，以作為實際檢查實施的參考。

關鍵字：低放射性廢棄物、處置場址、場址選定、場址調查、現地試驗、檢查

Inspection of Site Investigation for Low Level Radioactive Waste Disposal Site

**Kou-Hsin HU, Ming-Tsung Yang, Wayne Lin, Yu-Te Chang, Li-Wei Chiang,
Tai-Rong Guo, Jeng-Ming Chien, Chi-Wen Liao, Cheng-Kuo Lin**

ABSTRACT

The purpose of this study is to formulate an inspection system for site investigation activities prior to licensing application of candidate sites for low level radioactive waste. The scope includes: (1) to identify the work items and scope of site investigation activities; (2) to discuss the options of appropriate scale, extent, methods of the work items, as well as the applicable checking items for the enforcement of inspection action; (3) to propose an inspection procedure for site investigation activities. Owing to the differentiation in demands of regulatory codes and site condition, the work items and scope of site investigation activities could be various in different countries and different sites, as well as in different stages. According to the nuclear regulation codes in our country, site investigation should, at least, provide information or input data for candidate site selection, site characterization, engineering analysis and design, and safety analysis, prior to issue the construction license, in order to verify site condition, design output, construction plan, and operation plan of candidate site will meet the minimum requirement of applicable regulation. To sum up, the work items of site investigation include studies, in regional, site and its surrounding area, and construction site itself, respectively and at suitable scale, of location and extent, climate and meteorology, topography and geomorphology, geology, hydrology, hydrogeology, geotechnique, geochemistry, and natural resources. While the applicable methods, it appropriate to accept the investigation plan proposed by investigation team, based on geological condition and disposal concept of specific site, through an official review process. According to the review of relevant laws, there is no oblivious restriction for inspection enforcement to the authorities. However, the enforcement should incorporate with other possible control measures and restrictions of applicable resources. This study proposes the inspection items should focus on the activities of field processes or tests, during the implementation of site investigation plan. The inspection is proposed to identify: (1)

applied test procedures are appropriate; (2) the processes are executed accordingly. Its purpose is to verify that the quality plan has been worked out thoroughly. In this study, an inspection procedure, which includes preparatory work, negotiation of inspected items and scope, field activity inspection, issuance of inspection report and follow-up action, has been formulated and proposed to the authorities for enforcement reference.

Keyword: low level radioactive waste, disposal site, candidate site selection, site investigation, field investigation, field test, inspection procedure.

目 錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	viii
1. 計畫緣起.....	1
2. 計畫內容概要.....	3
2.1 計畫目標與任務.....	3
2.2 計畫工作內容及執行時程.....	3
3. 相關問題探討.....	8
3.1 候選場址選定之時程和分工規定.....	8
3.2 台電公司的計畫推動時程.....	10
3.3 檢查的限制條件和實施方案的選擇.....	13
3.3.1 實施檢查的限制條件.....	13
3.3.1.1 主管機關的檢查權限.....	13
3.3.1.2 場址調查階段的目標.....	15
3.3.1.3 檢查工作需要調派的資源.....	19
3.3.2 檢查工作的實施方案選擇.....	20
3.3.2.1 需要檢查的調查活動.....	20
3.3.2.2 檢查標準的建立.....	22
3.3.2.3 現地檢查後的處理.....	24
4. 現地調查/試驗作業方法整理.....	32
4.1 地形地貌調查(地形測量).....	32
4.2 區域與場址地質調查.....	36
4.2.1 地表地質調查.....	37
4.2.2 地質鑽探取樣.....	40
4.2.3 地表地球物理調查.....	44
4.2.3.1 折射震測.....	44
4.2.3.2 反射震測.....	45
4.2.3.3 地電阻探測.....	46
4.2.4 地球物理井測.....	48
4.2.5 活動斷層調查.....	50
4.2.6 地殼抬昇及侵蝕速率.....	53
4.2.7 地質災害與地質現象調查.....	56
4.3 氣象觀測.....	62

4.4	地震觀測.....	64
4.5	地表水文調查.....	68
4.5.1	地文特性或參數的現地查核.....	68
4.5.2	地表水資源利用現況訪查.....	69
4.5.3	溪流逕流量現地觀測.....	71
4.6	地下水文調查.....	73
4.6.1	地下水資源使用現況調查.....	73
4.6.2	未飽和層參數.....	75
4.6.2.1	入滲量試驗.....	76
4.6.2.2	含水量試驗.....	77
4.6.2.3	張力頭量測試驗.....	78
4.6.3	飽和層參數.....	79
4.6.3.1	地下水位觀測.....	79
4.6.3.2	地下水傳輸參數及含水層參數.....	80
4.6.3.3	飽和層延散度及擴散係數.....	82
4.7	大地工程調查.....	85
4.7.1	土壤和岩石採樣.....	85
4.7.2	地表現地試驗.....	88
4.7.2.1	現地密度試驗.....	89
4.7.2.2	平鈹載重試驗.....	90
4.7.3	孔內試驗.....	91
4.7.3.1	標準貫入試驗.....	92
4.7.3.2	電子式圓錐貫入試驗.....	93
4.7.3.3	孔內壓力與剪力波量測試驗.....	95
4.7.3.4	岩體孔內變形試驗.....	96
4.7.3.5	水力破裂法之現地應力試驗.....	97
4.7.3.6	套鑽法之現地應力試驗.....	99
4.8	地球化學調查.....	102
4.8.1	地表水體採樣與現地分析.....	105
4.8.2	地下水體採樣與現地分析.....	107
4.8.3	土壤採樣與現地分析.....	110
4.8.4	岩石採樣與現地分析.....	112
4.9	礦產資源調查.....	114
5.	檢查範例研擬.....	116
5.1	检查工作前置作業.....	118
5.1.1	检查工作團隊籌組.....	118
5.1.2	检查工作團隊任務宣達.....	120
5.1.3	選址計畫審查.....	120

5.2 检查工作協商.....	122
5.2.1 確認場址調查現況.....	122
5.2.2 擬定檢查計畫初稿.....	123
5.2.3 檢查項目協商及檢查計畫定稿.....	124
5.3 現地檢查實施.....	125
5.3.1 現地調查/試驗的文件紀錄取得.....	125
5.3.2 現地調查/試驗工作檢查.....	126
5.3.2.1 召開現地檢查工作會議.....	126
5.3.2.2 調查/試驗工作現地勘查.....	127
5.3.2.3 檢查紀錄表填寫.....	128
5.3.2.4 召開現地檢查工作結束會議.....	128
5.4 檢查紀錄發行和改善追蹤.....	129
5.4.1 檢查報告彙整及發行.....	129
5.4.2 改善行動研擬.....	130
5.4.3 改善行動確認.....	131
5.4.4 改善處理單結案.....	131
6. 結論與建議.....	135
7. 參考文獻.....	137
8. 附表.....	144
附表一 地表處置場址特性參數之類別細項及使用時機.....	145
附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源.....	148
9. 附錄.....	155
附錄 A--低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例(草案).....	156
附錄 B--放射性物料管理法.....	161
附錄 C--放射性物料管理法施行細則.....	171
附錄 D--低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則.....	181
附錄 E--放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法.....	187
附錄 F--放射性物料管制收費標準.....	190
附錄 G--低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則.....	194

圖目錄

圖 2-1、計畫執行甘特圖	4
圖 3-1、選址作業流程圖	9
圖 3-2、選址作業流程圖(續).....	9
圖 5-1、检查工作前置作業流程圖	116
圖 5-2、检查工作協商流程圖	116
圖 5-3、現地檢查實施流程圖	117
圖 5-4、檢查紀錄發行及改善追蹤實施流程圖	117

表目錄

表 2-1、期中報告審查意見答覆表	5
表 2-2、期末報告初稿審查意見答覆表	7
表 3-1、候選場址選定的作業時程及責任分工	10
表 3-2、台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務查核點時程規 劃(民國 92 年 6 月).....	12
表 3-3、台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務查核點時程及 工作階段規劃 (民國 92 年 6 月).....	12
表 3-4、一般工程場址調查和低放射性廢棄物最終處置設施場址調查階段的 目的與調查資料精度需求比較表.....	26
表 3-5、低放射性廢棄物最終處置設施各場址調查階段的資料精度需求、調查 範圍調查工作目標比較表.....	26
表 3-6、可能潛在場址調查階段之場址調查工作內容	27
表 3-7、潛在場址調查階段及候選場址調查階段之場址調查工作內容	28
表 3-8、可能潛在場址調查階段現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表	29
表 3-9、潛在場址調查階段現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表	30
表 3-10、現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表	31
表 4-1、國內常用鑽探方法比較	43
表 4-2、常用地球物理井測項目一覽表	49
表 4-3、水文相關天然災害及潛在肇因來源分析表	61
表 4-4、地震觀測所需參數一覽表	64
表 4-5、場址地表水文調查分析需要涵蓋的特性或參數項目及其獲取方式	68
表 4-6、地下水文調查所需參數一覽表	74
表 4-7、大地工程調查所需參數一覽表	86
表 4-8、地球化學調查所需參數一覽表	102
表 5-1、低放射性廢棄物最終處置場址現地調查/試驗檢查報告表(草案)	132
表 5-2、低放射性廢棄物最終處置場址現地調查/試驗檢查報告續頁表(草案)	133
表 5-3、低放最終處置場址現地調查/試驗檢查報告改善處理單(草案)	134

1. 計畫緣起

放射性廢棄物是指具有放射性或受放射性物質污染之廢棄物，包括備供最終處置之用過核子燃料(放射性物料管理法第四條)。其中屬於「備供最終處置之用過核子燃料或其經再處理所產生之萃取殘餘物」是歸類為「高放射性廢棄物」，其他的放射性廢棄物在我國皆認定為「低放射性廢棄物」(放射性物料管理法施行細則第四條)。低放射性廢棄物的產生可能來自教學、研究、醫療、農業、工業、核能發電等不同的核子應用目的，其中又以台灣電力電公司(以下簡稱台電公司)的三座核能電廠為最大宗。依據放射性物料管理法第四十九條規定，主管機關(原子能委員會，以下簡稱原能會)應督促廢棄物產生者(不含非核能發電部分)規劃國內放射性廢棄物最終處置設施之籌建，並要求廢棄物產生者解決放射性廢棄物最終處置問題；且應於同法施行(民國 91 年 12 月)後一年內，提報低放射性廢棄物最終處置計畫，經主管機關核定(放射性物料管理法施行細則第三十六條)。爰此規定，台電公司已如期陳報計畫書並獲核准，必須依計畫書的承諾，於五年內找到一處合適之場址並獲得行政院核定開發興建，再於之後五年完成興建並開始接收低放射性廢棄物。

對於放射性廢棄物最終處置設施的籌建，在目前施行的法規中，固然已規範了必要的管制措施，以及責任的歸屬，惟對於處置場址的選定、取得過程並未提供足夠的解決機制和計畫執行的法源根據。因而台電公司雖然自民國 81 年以來即展開最終處置場址的評選，並於民國 87 年透過協商讓金門縣烏坵鄉居民勉強同意以小坵嶼為候選場址進行調查工作。但歷經數年的努力和投入，終究因為最終處置場是極為高度的鄰鄙設施不易獲得居民的認同，以及位置過於敏感，小坵嶼未能順利被核定為最終處置場址。由國內、外以往處理此問題之經驗顯示，低放射性廢棄物最終處置之關鍵在慎選場址，舉凡場址規定、選址程序、資訊透明、地方回饋、協商溝通及政府決策等，均為推動最終處置計畫順遂與否之關鍵。鑒於過去的經驗，原能會乃擬具「低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例」草案(以下簡稱本條例草案)，期於立法後，相關單位能據以推動低放射性廢棄物最終處置設施選址工作，藉由法定程序之規定使選址工作能達到技術專業化、資訊透明化之要求；並藉著回饋制度之建立及政策優惠措施之擬訂，給予場址所在地方合理之回饋，以符合公開及公正程序，期使最終處置選址工作得以順利推動，以澈底解決我國低放射性廢棄物問題。

依本條例草案(民國 94 年 7 月行政院核定版)第六條規定，最終處置設施場址的確定需要經過場址調查、安全分析、公眾溝通及土地取得等過程。而本條例草案第十八條則規定，選址經營者執行低放射性廢棄物最終處置設施相關場址調查作業期間，主管機關(原能會)得隨時派員檢查，並要求經營者檢送有關資料。因而對於場址調查作業得隨時派員檢查，係本條例草案賦予原能會的重要職責之一。

雖本條例草案已對原能會賦予得隨時派員檢查場址調查作業的責任，然衡諸既有的法令規定，對於場址調查作業的檢查工作來說，其實施目的、和整體管制系統如何搭配、可檢查哪些活動或哪些項目、各個檢查項目應如何檢查等的行政或技術執行細節皆尚待釐清。基於此檢查工作係屬放射性廢棄物最終處置之管制與視察範疇，為原能會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)掌理事項之一，且台電公司的最終處置計畫已正式生效啟動，本條例草案的施行亦迫在眉睫，為使場址調查的檢查工作可順利進行，乃委託工業技術研究院能源與資源研究所(以下簡稱本所)辦理「低放射性廢棄物場址調查作業檢查技術建立」計畫，以期達到遂行物管局的管制與視察任務，及協助選址經營者確認調查場址作業達到技術專業化、資訊透明化之要求。

2. 計畫內容概要

2.1 計畫目標與任務

基於順利推展低放射性廢棄物處置後續管制業務的需要，本計畫的目標是在於建立低放射性廢棄物替代場址調查的檢查技術，主要的任務包括下列各項：

- (1) 研討場址調查的工作項目與範圍。
- (2) 針對場址調查的工作項目，釐清下列問題：
 - (a) 調查資料精度的選擇
 - (b) 可行及適用的實施方法
 - (c) 調查作業之管制方法與技術
- (3) 考量主客觀的限制條件，建構場址檢查的整體作業程序。

2.2 計畫工作內容及執行時程

本計畫的工作內容包括了(1)文獻資料蒐集與分析、(2)研析場址特性調查方法、(3)建構場址調查作業程序、(4)研擬場址調查檢查範例、(5)報告撰寫等五項，其執行時程規劃請參考圖 2-1，各項工作內容說明如下：

(1) 文獻資料蒐集與分析

蒐集國內外有關場址調查、選定之法令規定與調查/試驗規範，以彙整並探討處置場場址選定所需考量的條件，以及場址特性調查需要列入的項目。

(2) 研析場址特性調查方法

根據國內的法令規定、參考國外法令規定，針對候選場址選定、場址設計、

及安全分析等過程，探討並分析各場址特性調查項目需要達成的目標以及可採用的方法。

(3) 建構場址調查作業之檢查程序

依據國內的法令規定研討場址調查作業的檢查工作過程中，需要面臨的困難、可能的解決方案；並主管機關的主、客觀限制條件，針對整體檢查工作程序的建構建議可行方案。

(4) 研擬處置場場址調查檢查範例

彙整本節前述(1)、(2)、(3)項的研析成果，模擬場址調查檢查的情節，並研擬檢查作業流程、檢查工作內容說明、並提供必要的作業表格。

(5) 報告撰寫

依照計畫工作時程的規劃，彙整前述工作項的成果撰寫期中報告和期末報告。有關期中報告和期末報告(初稿)的審查意見答覆請分別參考表2-1和表2-2。

工作項目	94 年第一季			94 年第二季			94 年第三季			94 年第四季		
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
文獻資料蒐集與分析			■	■	■							
研析場址特性調查方法				■	■	■						
建構場址調查作業程序								■	■	■		
研擬場址調查檢查範例									■	■	■	
報告撰寫							■					■

圖 2-1、計畫執行甘特圖

表 2-1、期中報告審查意見答覆表

	審查意見	意見答覆與處理情形
1.	<p>期中報告第三章場址評選之調查參數方面已列出六大領域之參數定義及獲取方法，如彙整一參數架構圖，則更能清楚展現調查的整體性及調查工作與參數獲取順序之相關性，請彙整補充。</p>	<p>低放處置場設置時各階段所需調查參數架構以依審查意見彙整於表3-9、表3-10、附表一，及附表二。</p>
2.	<p>第三章場址評選之3.2節地質，適宜低放場址之地質情況母岩應為低滲透率及化學穩定性高，而導熱性低且穩定似乎不是主要重點(第2行)；第(5)項之內容；地震產生主要由斷層帶錯動所產生外，是否亦應考量火山作用等？所列表3-2地質調查參數表，參數名稱及參數取得方法請補充整理。</p>	<p>原期中報告第3章的部分內容係引用自高放射性廢棄物最終處置的內容，不適用在低放射性廢棄物最終處置的情況，期末報告(初稿)已全盤檢討修正，相關內容則安排在期末報告(初稿)第4章，請參閱。</p>
3.	<p>第三章場址評選之3.3節大地工程。內容說明請補充土壤與岩石的滲透性與變形性參數量測部分。</p>	<p>經重新全盤檢討後，檢查作業的重點應著重在場址調查的現地作業(詳期末報告第3章的討論)。有關土壤與岩石的滲透性現地調查作業請分別參考期末報告(初稿)第4.6.2.1節(未飽和層入滲量試驗)和第4.6.3.2節(飽和層地下水傳輸參數試驗)。參數若屬於可在實驗室進行的部分，其現地工作則僅有採樣記錄或採樣活動可列為需要檢查的項目。另變形參數的量測則已補充於第4.7.3.4節(岩體孔內變形試驗)。</p>
4.	<p>第三章場址評選之3.6節地球化學，第一段內容有關用過核子燃料的敘述，請修正；第四章相關地球化學部分，在地化參數的種類及參數獲取等並未完整，例如核種傳輸所考量之地化行為，包含吸附作用等阻滯特性，請加強分配係數(Kd)與遲滯因子之參數內容。</p>	<p>地化參數的種類及參數細項已依審查意見處理，請參閱期末報告(初稿)第4.8節說明。有關核種傳輸之地化行為，包含分配係數(Kd)與遲滯因子等特性皆屬實驗室進行的工作，於現地檢查時，建議祇針對採樣的活動。</p>

表 2-1、期中報告審查意見答覆表（續）

	審查意見	意見答覆與處理情形
5.	<p>第四章內容，就六項領域各參數調查之調查方法、規範、儀器、注意事項及產出結果敘述說明，在現有資料文獻之蒐集成果方面已大致彙整主要架構內容，惟以管制者立場而言，調查規範及各項參數之調查所應注意事項內容的展現尤為重要，請加強這方面的內容及比重；各項調查方法所述有關大小尺寸規格與形狀等用語，略顯抽象不夠具體，相關試驗所需之試體獲取要求亦不明確，請予補充。</p>	<p>期末報告(初稿)第4章各節已針對各項場址的調查工作分別整理「現地檢查重點」以作為現地檢查工作進行之參考，請參閱。</p>
6.	<p>請將各參考文獻補齊。</p>	<p>報告內文之參考文獻已補充於期末報告(初稿)第7章，請參閱。</p>

表 2-2、期末報告初稿審查意見答覆表

審查意見	意見答覆與處理情形
<p>1. 計畫緣起及3.相關問題探討有關選址條例草案的內容與用字，請依物管局於94年7月奉行政院重新核定的版本再行調整修正。另有關於3.2台電公司計畫推動時程，限於先前蒐集之資料內容及現況執行之困難，並考量本計畫重點在於檢查技術之建立，建議仍可參考，暫無需修改。</p>	<p>依審查意見辦理。原期末報告初稿內文第1章、第3章、第5章、及附錄A均已按94年7月奉行政院重新核定的版本內容修正。另依一般報告撰寫慣例，增訂中、英文摘要。</p>
<p>2. 有關3.3.1.2場址調查階段的目標，因考量選址條例之檢查法源依據，故建議維持原探討內容所設定之目標。</p>	<p>依審查意見辦理。原期末報告初稿內文第1章、第3章、和第5章有關檢查作業除依第1點審查意見修正之外，於均維持原案不予變更。</p>
<p>3. 有關4.2.4地球物理井測，所謂「不同孔內探測器」（第二段文字），請補充常被應用的井測種類及其探測器，並配合該試驗內容之(5)現地檢查重點，列一簡表。</p>	<p>依審查意見辦理，第4.2.4節增加常用地球物理井測項目一覽表於表4-2中。</p>
<p>4. 有關4.2.5活動斷層調查，以低放場址調查之區域及時間需求，似乎無法進行大區域面積及長期觀測之規劃，所以可行之方法為採大地變形量、槽溝開挖及第四紀定年三項。而上述三項調查工作，是否必須規劃進行？可否說明應進行之前置條件，以及可免除調查之準則。</p>	<p>一般而言，從初步地質調查到場址調查，乃至坑道開挖，都可能出現是否需要澄清活動斷層性的問題。活動斷層的調查通常非短時可完成，可是是否需要澄清斷層構造的活動性或要採用何種方法澄清，建議主管機關只需要求場址調查團隊視實際的狀況、調查方法的限制、可行的資源等條件，在場址調查計畫中提出明確的規劃並提供充足的理由說明即可，應無需明確規範是否應進行調查或指定採用何種方法調查。</p>
<p>5. 有關4.3氣象觀測，是否應有最小觀測作業期間的要求，以期能提供務實的安全分析所需參數。</p>	<p>最小觀測期程建議至少以一年為期，報告第4.3節已一併修正。</p>
<p>6. 為避免部分專有名詞中譯使用習慣的不同，請依專業考量加註原文，有助於未來檢查業務在專業技術上能有統一的用法，以及免除不必要的誤解。（如表4-5參數名稱等）</p>	<p>依審查意見辦理，第4章各節所列有關描述場址特性之專有名詞已加註原文以便對照。</p>

3. 相關問題探討

3.1 候選場址選定之時程和分工規定

依照本條例草案第十八條，有關檢查的工作是針對由選址經營者負責執行的場址調查作業，而此場址調查作業又是處置場址選定過程中的必須執行的工作之一，因而檢查工作執行時機和檢查範疇的界定，首先需要考量到處置場址選定的程序是如何規範的。

有關場址選定的程序係規範於本條例草案的第五至九條(民國 94 年 7 月行政院核定版；其全文請參考附錄 A)，根據這些條文，場址選定的過程除了主辦機關和選址經營者兩個單位之外，還會牽涉到處置設施場址選擇小組(以下簡稱選址小組)、地方政府和民間團體。至於隨著時序的演進，在選址過程會在主辦機關的主導下產生選址計畫、潛在場址清單和調查報告、候選場址遴選報告、建議候選場址等文件。除此之外，若依照本條例草案第三條對「潛在場址」所下的定義：「指依選址計畫經區域篩選及場址初步調查，所選出符合第四條規定之場址。」，在選址計畫核定之後，需要先透過區域篩選和場址初步調查以選出潛在場址。圖 3-1 和圖 3-2 是模擬本條例草案實施後，依照前述第五至九條條文所規定選址作業程序。依本條例草案第十八條的規定，檢查在場址調查活動期間實施。若參照本條例草案第五至九條條文規定，從本條例草案發布實施開始，以至候選場址核定所需要的時間，最長約需要 28 個月；此期間又大致區分為十個階段，各階段任務目標、單位權責、容許作業時間等請參考表 3-1 說明。由表 3-1 各階段的工作目標來看，場址調查活動在選址計畫核定之前全面展開的可能性較低，比較可能在下列三個階段進行：

(1)第 12.5 至第 18.5 個月(可能潛在場址調查)

(2)第 18.5 至 24.5 個月(潛在場址調查)

(3)第 28 個月核定候選場址以後(候選場址調查)

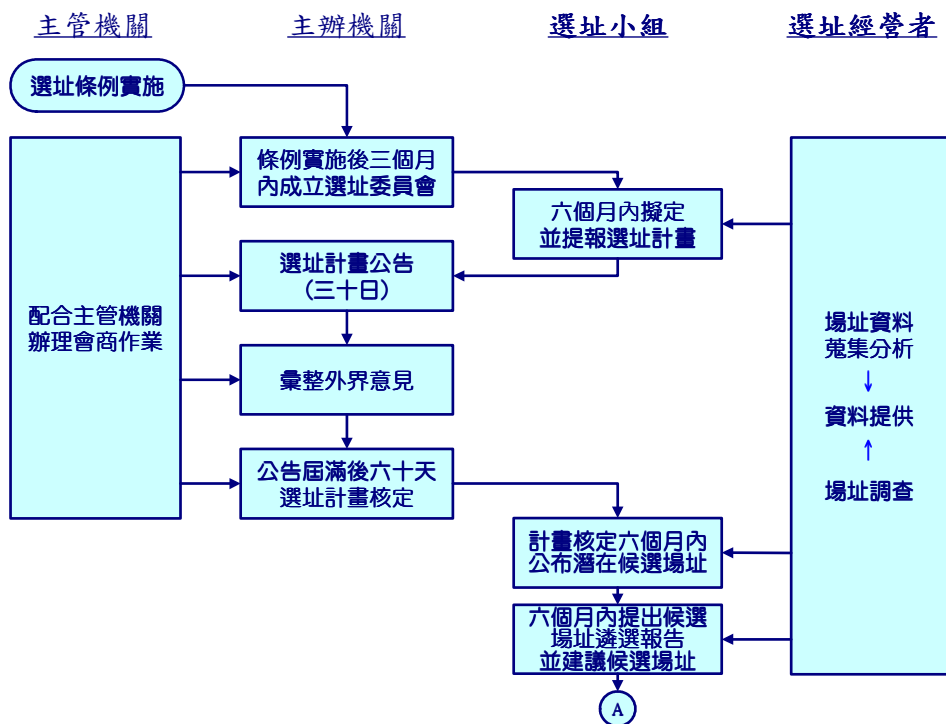


圖 3-1、選址作業流程圖

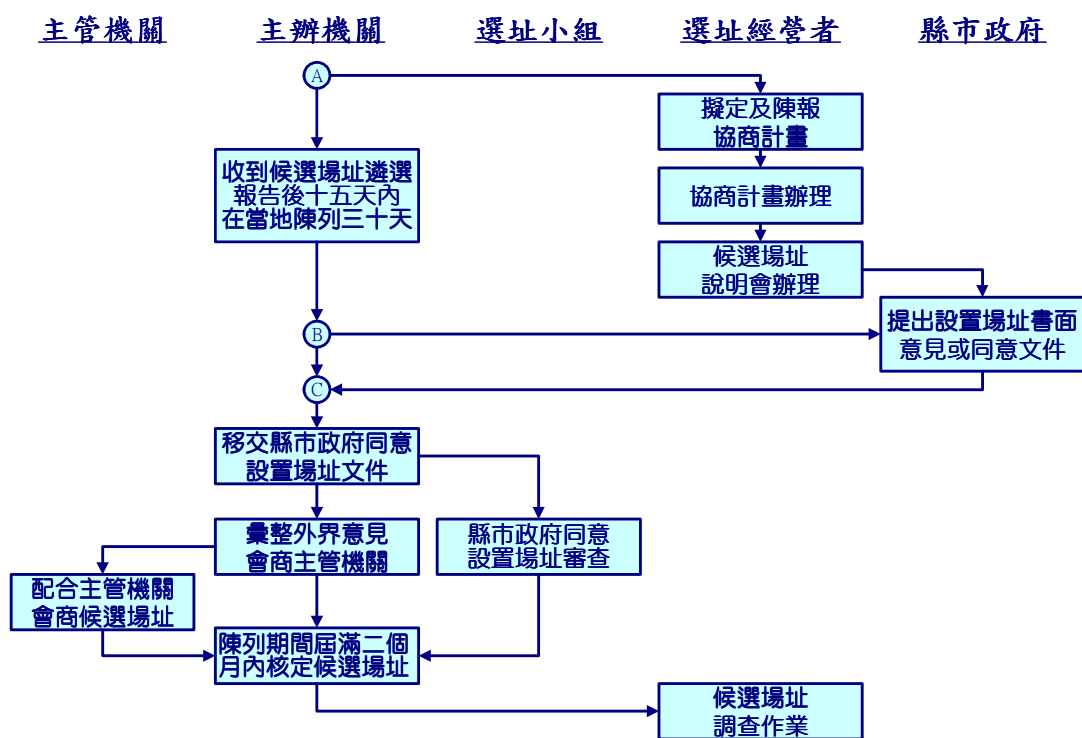


圖 3-2、選址作業流程圖(續)

表 3-1、候選場址選定的作業時程及責任分工

時序(月)		任務	分工			
起	止		主管機關	主辦機關	選址小組	選址經營者
0	3.0	成立選址小組	-	負責	-	協助
3.0	9.0	提報選址計畫	-	諮詢	負責	協助
9.0	9.5	籌備公告選址計畫	諮詢	負責	協助	-
9.5	10.5	公告選址計畫	諮詢	負責	協助	-
10.5	12.5	核定選址計畫	諮詢	負責	-	-
12.5	18.5	公佈潛在場址	諮詢	諮詢	負責	協助
18.5	24.5	提出場址遴選報告 並建議候選場址	諮詢	諮詢	負責	協助
24.5	25.0	籌備公告候選 場址遴選報告	諮詢	負責	協助	-
25.0	27.0	公告候選場址 遴選報告	諮詢	負責	協助	-
27.0	28.0	核定候選場址	諮詢	負責	協助	

3.2 台電公司的計畫推動時程

前節的討論已釐清檢查工作是在場址調查期間辦理，而經營者是負責執行場址調查的單位，因而主管機關的檢查工作自然是針對經營者所負責執行場址調查的活動。場址調查的進行是選址過程中的活動之一，應是根據經營者的場址調查計畫來執行。惟此「場址調查計畫」並未在本條例草案的條文中出現，但其中第九條所指場址計畫應涵蓋整個選址過程所有的活動，故可確定場址調查計畫應是選址計畫一部分。

由於檢查工作是針對經營者負責執行的場址調查活動，因而檢查工作的時間點安排也需要考量台電公司已提報且核准的低放射性廢棄物最終處置計畫。表 3-2 係根據台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務工作招標規範(民國 92 年 6 月公告)所定的工作時程，計有六個查核時程點。另外根據該案契約樣張第一條服務範圍的說明，該案的執行階段可區分為下列四個階段：

(1) 第一階段

由以往選址資料先評估得出四個可能候選替代場址。

(2) 第二階段

由社經、政治、環境、技術等因子選出三個候選替代場址，其中本島內之場址數要多於離島之場址數。

(3) 第三階段

針對三個候選替代場址進行初步可行性研究後，並評選場址優先候選替代順序，陳報經濟部評選公告最終處置場所有潛在場址，最後評選核定一處優先候選場址。

(4) 第四階段

針對核定處置場優先候選場址，繼續完成規定之可行性研究，並陳報大部轉陳行政院核准執行。

若將前述工作階段須完成的事項和表 3-2 中的查核時間點和查核事項比較，可發現完整的查核時間點，除了原列於表 3-2 的查核點應額外增列兩個無法確定日期的政府(經濟部核行政院)核定時間點(如表 3-3 所示)。至於場址調查活動方面，主要是安排在第三階段和第四階段進行。第三階段(自決標後 60 日起至經濟部核定一個優先候選替代場址止)是針對三個候選替代場址，第四階段(自經濟部核定一個優先候選替代場址起至民國 96 年 08 月 31 日完成一個優先候選替代場址的投資可行性研究報告止)。至於第一、二階段選定三個候選替代場址，因時間僅六十天並未規範是否需要進行實地調查。

據了解，前述的技術服務工作已在民國九十二年七月底決標，可能候選替代場址的篩選和三個候選替代場址的評選於同年皆已完成。至於場址調查的工作方面，因當地政府、百姓反對的意見尚無法解決，僅能完成部分地表調查的工作，需要使用機具的調查工作至今人仍無法展開。

表 3-2、台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務查核點時程規劃(民國92年6月)

查核點	完工期限	工作項目
1	決標後30日	完成「可能替代場址篩選報告」編撰，送台電審查。
2	決標後60日	完成「初步規劃評選報告」編撰，送台電審查。
3	93/12/31	完成三個「候選替代場址」的「初步可行性研究報告」編撰，送台電審查。
4.1	96/08/31	完成一個「優先候選替代場址」的「投資可行性研究報告」編撰，送台電審查。
4.2	96/09/30	完成一個「優先候選替代場址」的建造執照申請書圖資料。
4.3	96/10/31	完成一個「優先候選替代場址」的港區開發計畫

表 3-3、台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務查核點時程及工作階段規劃 (民國92年6月)

查核點	完工期限	工作項目	階段劃分
1	決標後30日	完成「可能替代場址篩選報告」編撰，送台電審查。	第一階段
2.1	決標後60日	完成「初步規劃評選報告」編撰，送台電審查。	第二階段
2.2	決標後60日	由社經、政治、環境、技術等因子選出三個候選替代場址，其中本島內之場址數要多於離島之場址數。	
3.1	93/12/31	完成三個「候選替代場址」的「初步可行性研究報告」編撰，送台電審查。	第三階段
3.2	不確定	陳報經濟部評選公告最終處置場所有潛在場址，最後評選核定一處優先候選場址。	
4.1	96/08/31	完成一個「優先候選替代場址」的「投資可行性研究報告」編撰，送台電審查。	第四階段
4.2	不確定	「投資可行性研究報告」陳報大部轉陳行政院核准執行。	
4.3	96/09/30	完成一個「優先候選替代場址」的建造執照申請書圖資料。	
4.4	96/10/31	完成一個「優先候選替代場址」的港區開發計畫	

3.3 檢查的限制條件和實施方案的選擇

由於本條例草案的第十八條只提出主管機關於場址調查作業期間，得隨時派員檢查，並要求經營者檢送有關資料，此規定確立主管機關可以實施檢查的範疇是經營者所進行的場址調查活動。但檢查如何實施，需要先確定主管機關實施檢查的限制條件和實施過程中有哪些方案需要選擇。

3.3.1 實施檢查的限制條件

主管機關實施檢查的限制條件包括了(1)主管機關的檢查權限、(2)場址調查階段的目標、(3)可調派的資源等分別探討如下：

3.3.1.1 主管機關的檢查權限

主管機關原能會在最終處置設施之籌建過程負有哪些權責，是實現檢查權限的法源依據。相關的法規(全文請參考附錄 A、附錄 B、附錄 C)茲整理如下：

(1) 放射性物料管理法(附錄 B)第十七條

此條文僅規範最終處置設施之興建，須向主管機關提出申請，主管機關經公告展示、舉行聽證、審核合於規定，發給建造執照後，始得為之，但並未針對場址調查期間的檢查設定任何管制措施。

(2) 放射性物料管理法第四十九條

此條文僅規範主管機關應督促廢棄物產生者(不含非核能發電部分)規劃國內放射性廢棄物最終處置設施之籌建，提報低放射性廢棄物最終處置計畫。此規定並未針對場址調查期間的檢查設定任何限制措施。

(3) 放射性物料管理法施行細則(附錄 C)第三十六條

此條文規範經營者應於本法施行(民國 91 年 12 月)後一年內，提報低放射性

廢棄物最終處置計畫，由主管機關核定。此規定也並未針對場址調查期間的檢查設定任何限制措施。

(4) 本條例草案第六、七、九條

這些條文大致只針對選址過程裡的選定或指定經營者、核定選址計畫、核定候選場址等決策點，指定主辦機關應和主管機關會商。此條文雖並未直接針對場址調查期間的檢查設定任何限制措施，但是也暗示前述的決策點所產生的選址計畫書、場址調查報告、候選場址遴選報告等文件，甚至其後的候選場址安全分析報告等，主管機關也可以透過文件審查的機制，提供意見的機會。

(5) 本條例草案第十八條

此條文規範主管機關於經營者執行低放射性廢棄物最終處置設施相關場址調查作業期間，得隨時派員檢查，並要求經營者檢送有關資料。由此條文可確定檢查工作在場址調查作業期間皆屬有效，而且主管機關因應檢查工作進行的需要，也可要求經營者提供必要的資料。

綜合前述各點的說明可知，放射性物料管理法和放射性物料管理法施行細則裡的各項條文，對於主管機關的檢查工作並未設定任何權限規定。對於主管機關檢查工作權限，主要規範於本條例草案第十八條。第十八條的條文雖然條對於主管機關「可以檢查的範圍」，並沒設定任何限制，但實際可以檢查的範圍和地點，又會受到檢查時段安排的影響。其原因主要是場址調查工作的安排，因為需要滿足不同的調查階段目的，不同的調查工作會安排在不同的作業時段進行。因此當檢查的時段一旦確定，可以檢查的範圍也會受到限制。此外，此條文規範主管機關在場址調查作業期間得隨時派員檢查，並未限制檢查工作僅能在候選場址核定之前辦理。因而如果候選場址核定之後，經營者若仍有候選場址調查的活動，主管機關仍有得隨時檢查派員檢查的權限。除了時程會影響可以檢查的有效範圍之外，檢查工作的安排還要避免和選址過程各項場址調查成果文件的審查機制發生相互重疊的可能性，最好是採用可互補有無的方式較為恰當。因而檢查的範圍可進一步設定為「針對經營者在場址調查期間所進行的現地調查和試驗活動」，如此也可將屬於文件審查機制即可達到檢查目的調查活動排除在外，以避免重

複。

3.3.1.2 場址調查階段的目標

第 3.3.1.1 節已大致說明主管機關可實施檢查的範圍，以「針對經營者在場址調查期間所進行的現地調查和試驗活動」較為恰當。又由第 3.1 節的討論可知，經營者的場址調查活動可能是安排在 (1)第 12.5 至第 18.5 個月(可能潛在場址調查)、(2)第 18.5 至 24.5 個月(潛在場址調查)、(3)第 28 個月核定候選場址以後(候選場址調查)等三個時段，而這些不同階段的場址調查活動又各有其調查目的。檢查工作的實施目的，基本上是在於確認各調查階段現地調查和試驗活動的過程和結果是否符合法令規定。因而要確定檢查工作的實施目的除了需要各相關法令規定之外，也需要了解不同調查階段的目標何在。各調查階段的工作目標分別探討於后：

(1) 可能潛在場址調查階段

可能潛在場址調查是指公佈潛在場址 (本條例草案實施後第 18.5 個月;表 1-1) 前所進行的場址調查活動。此調查階段比較可能在主辦機關核定選址計畫(本條例草案實施後第 12.5 個月)後開始,最晚的完成時限在本條例草案實施後第 18.5 個月,為期 6 個月。雖然規定如此,但經營者也可以在更早的時間點(例如選址小組提報選址計畫後;表 1-1)即開始進行,也可以在更早的時間點完成。而根據本條例草案第三條的規定,潛在場址是指「依選址計畫經區域篩選及場址初步調查,所選出符合第四條規定之場址。」。此條文指出「初步調查」作業係針對「依選址計畫經區域篩選」所選出、可能列為「潛在場址」的場址,因而此階段調查活動的目的應在於確認可能「潛在場址」是否可以符合本條例草案第四條所定準則。有關第四條的條文規定如下:

第四條 處置設施場址,不得位於下列地區:

- 一、活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全之地區。
- 二、地球化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散,並足以影響處置設施安全之地區。

三、地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區。

四、高人口密度之地區。

五、其他依法不得開發之地區。

前項地區之範圍及認定基準等事項之準則，由主管機關會商相關機關定之。

對於上述不得設置處置設施之地區，在低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則(原能會，民國 92 年 9 月 10 日；附錄 D)第七條也有類似的規定，其內容如下：

低放處置設施場址，應符合下列規定：

- 一、不得位於活動斷層及其他足以影響處置設施安全之地區。
- 二、不得位於地質化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並可能危及處置設施之地區。
- 三、不得位於地表水文條件、地下水文條件及地質可能危及處置設施之地區。
- 四、不得位於已知或經政府公告之生態保護區。
- 五、不得位於已知重要天然資源或經政府公告為國家資源之地區。
- 六、不得位於已知或經政府公告之史蹟保護區。
- 七、不得位於高人口密度及具開發潛力之地區。

上述的內容顯然亦不足以確認不得設置處置設施之地區，因而在本條例草案的立法說明欄又補述如下：

- 一、處置設施之場址，應考量地質、水文、地球化學、人口與社會發展等自然及社會環境特性，不致影響處置設施之安全。

二、第一款規定場址不得位於活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全之地區包括：

(一) 活動斷層或地震斷層之主要斷層跡線兩側各一公里及兩端二公里內之地區。

(二) 後火山活動活躍及泥火山之地區。

(三) 面積大於0.1平方公里以上之崩塌地區。

三、第二款規定場址不得位於地球化學條件可能加速放射性核種污染擴散，且足以影響處置設施安全之地區。

四、第三款規定場址不得位於地表及地下水文條件不佳，足以影響處置設施安全之地區，包括：

(一) 行水區及湖泊等地區。

(二) 現有、興建中及規劃完成且定案之重要水庫集水區。

(三) 因地盤下陷問題而經公告為地下水管制區之鄉（鎮、市）。

(四) 溫泉區二公里半徑範圍內。

五、第四款規定高人口密度地區指人口密度高於每平方公里六百人之鄉（鎮、市）。（以內政部最近公布之臺閩地區九十三年底人口密度每平方公里六二七人，取其整數）

六、依現行相關法律規定禁止或不得進行開發行為之地區者，爰於第五款規定該等地區亦不得設置處置設施。

(2) 潛在場址調查階段

潛在場址調查是在主辦機關公佈潛在場址後(本條例草案實施後第 18.5 個月；表 3-1)展開，最晚需要在本條例草案實施後第 24.5 個月完成，調查的對

象自然是針對由主辦機關公佈的潛在場址。此階段的場址調查工作目標有三：

- (A) 依據選址計畫所定的調查作業規範，提供各潛在場址的特性說明或參數，以進一步確認潛在場址是否符合本條例草案第四條所定準則。
- (B) 依據選址計畫所定的調查作業規範，提供各潛在場址的特性說明或參數，作為候選場址遴選的依據。
- (C) 依據選址計畫所定的調查作業規範，提供各潛在場址的特性說明或參數，以作為場址工程規劃設計、安全分析等後續工作的部分依據。

(3) 候選場址調查階段

候選場址調查是在主辦機關核定候選場址後(本條例草案實施後第 28.5 個月以前；表 3-1)展開，在本條例草案中並未規範此調查階段的應完成時限。此調查階段的調查活動主要是針對主辦機關所核定的候選場址，對經營者來說，此階段的目標是在於針對政府各項審查的規定準備必要的法定申請文件，包括了投資可行性審查(主辦機關)、環評審查(環保署)、非都市土地開發許可(區域計畫變更)申請(營建署)、港埠設施開發許可申請審查(交通部)、處置設施建照申請(含安全分析報告)審查(原能會)等。其中僅處置設施建照申請審查是屬原能會的權責，其相關規定茲摘要列述於后：

- (A) 放射性物料管理法第十七條
- (B) 放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法(附錄 E)第三條、第四條、第六條、第七條、第九條、第十條、第十一條、第十二條
- (C) 放射性物料管制收費標準(附錄 F)第十五條、第二十一條
- (D) 低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則-附錄：低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要(附錄 G)

因而以主管機關所關切的範圍來說，此階段的調查活動其工作目標應是在於(1)整理前階段已完成調查的場址特性資料；(2)依據場址工程設計和安全分析

需要，補充調查必要的候選場址的特性說明或參數；(3)準備建照申請的法定文件。其中安全分析報告又包含下列章節：「概論」、「設施之綜合概述」、「場址之特性描述」、「處置設施之設計」、「處置設施之建造」、「處置設施之運轉」、「處置設施之安全評估」、「處置設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫」、「輻射防護作業與環境輻射監測計畫」、「處置設施之封閉及監管規劃」、「品質保證計畫」、「參考文獻」等。其中與場址調查活動直接有關的項目有「場址之特性描述」和「處置設施之安全評估」二項；間接有關的項目則有「處置設施之設計」一項。

3.3.1.3 檢查工作需要調派的資源

主管機關執行場址調查活動的檢查工作時，必須要考量到需要派遣的檢查人力和可應用的經費來源兩項資源的限制。分別說明如下：

(1) 需要派遣的人力

第 3.3.1.3 節建議將檢查工作的範圍設定為「針對經營者在場址調查期間所進行的現地調查和試驗活動」，第 3.3.1.2 節則說明經營者的場址調查活動係(1)可能潛在場址調查、(2)潛在場址調查、(3)候選場址調查等三個階段進行，而各階段的調查又各有其不同的目的和不同的涵蓋範圍與調查精度(表 3-4)。如果僅以現地調查和試驗活動為檢查範圍，仍不足以表達檢查工作的人力專長與人數需求。必須再確認哪些現地調查或試驗活動需要列入檢查項目，以及檢查工作的實施要採用何種方式(全程檢查或重點檢查)。此外，實際的場址調查工作安排，並不會完全依照表 3-4 的階段劃分來進行，因為前一階段的部分調查結果會繼續被引用，以解決下一階段的調查工作需求。也就是說，在可能潛在場址調查階段，其主要目標是完成區域初查的任務(表 3-4)，而實際的調查工作也可能安排屬於場址普查階段和場址精查階段的工作內容，只是這些工作的達成並非此調查階段的主要目標(表 3-5)。但無論實際的調查工作如何安排，檢查工作的目的應仍以確認該階段目的的達成為主。表 3-6 和表 3-7 分別整理三個調查階段的調查工作內容和工作方法，根據這些工作內容可以發掘檢查工作的人力專長需求和概略規模。如果人力規模非主管機關所能負擔，則可再進一步篩選必要的檢查項目，以減少檢查工作的人力需求。

(2) 可應用的經費

根據放射性物料管制收費標準(附錄 F)第十五條規定，低放射性廢棄物最終處置設施興建執照審查費和興建檢查費，其收費標準為每一申請案新臺幣一千萬元和五百萬元。惟此收費係針對最終處置設施興建執照的審查和興建過程中的檢查，當各場址調查活動仍在進行中的情況下，也是代表經營者尚未提出興建執照的申請，所以前述由經營者繳交的審查費或檢查費收入，顯然都不是執行檢查工作的預算來源。

基於檢查的經費規模勢必會影響到檢查範圍和實施方式的選擇，建議應有明確的規定可循。可能採用的方式有二：(1)修訂前述的放射性物料管制收費標準第十五條規定，增訂場址調查檢查費收費標準；(2)由主管機關編列預算支應。不過，以檢查的目的來說，此檢查業務是經營者履行放射性廢棄物的法定責任所發生，故仍以增訂場址調查檢查費收費標準由經營者付費似較合理。

3.3.2 檢查工作的實施方案選擇

第 3.3.1 節的討論已大致從主管機關的立場說明檢查工作的限制條件。而檢查工作的實施還會牽涉到(1)需要檢查哪些現地調查活動？(2)檢查的標準如何建立？(3)檢查後如何處理？(4) 檢查人力如何安排？等實施方案的選擇等問題。

3.3.2.1 需要檢查的調查活動

基於避免和主管機關文件審查機制的功能重複，第 3.3.1.1 節建議將檢查的範圍設定為「針對經營者在場址調查期間所進行的現地調查和試驗活動」。而經營者負責執行的現地調查和試驗活動又各須視其階段目的(第 3.3.1.2 節)而有不同的安排(表 3-6 及表 3-7)，因而主管機關可選擇進行檢查的現地調查和試驗活動，也會隨著時間點變動有所不同。表 3-8 和表 3-9 分別為列出可能潛在場址調查階段和潛在場址所進行的現地調查/試驗工作項目；這些現地調查/試驗工作項目再以「可優先列入檢查項目」、「可選擇列入檢查項目」、「非檢查項目」加以分類。至於候選場址調查的現地調查/試驗工作項目基本上與潛在場址相同，建議全部列

為「可選擇列入檢查項目」，這些現地調查/試驗工作項是否列入檢查可視前一階段(潛在場址調查階段)的檢查結果而定，如果前一階段的檢查有發現缺失的項目，則可以考慮列為此階段的檢查項目。其分類的基準說明如下：

(1) 可優先列入檢查項目

此代表該項現地調查/試驗活動為該調查階段的主要現地調查/試驗工作項目，在主管機關資源條件許可的狀況下，可優先列入檢查的範圍。

(2) 可選擇列入檢查項目

此代表該項現地調查/試驗活動為該調查階段的次要現地調查/試驗工作項目，建議可列為選擇性檢查的項目。除非在主管機關資源條件極為充分，或是前階段的檢查發現明顯缺失，否則並無列為檢查項目的必要。

(3) 非檢查項目

此代表該項現地調查/試驗活動並非為該調查階段的現地調查/試驗工作項目，無須列為各該階段檢查的項目。

由表 3-8 和表 3-9 可知，大部分的現地調查/試驗工作項目都可能在不同的階段實施，而且其使用的調查/試驗工作方法或許相同，但是因為各調查階段的涵蓋範圍和精度需求不同，其實施的位置或程度也會有所差異。但若以實檢施的效率來說，相同現地調查/試驗工作項目應有必要再加以區分，以避免發生檢查項目過多、一再重複檢查的問題。因而表 3-8 和表 3-9 的現地調查/試驗工作項目，可以再根據調查/試驗工作方法的差異，加以排定優先次序(表 3-10)。如果表 3-10 所列的檢查項目仍然超過主管機關的資源限制時，則可考慮選擇其中與安全分析有直接關連的調查活動作為檢查項目，例如表 3-10 中的地質調查、地表水文調查、地下水文調查、大地工程調查、地球化學調查等。此外，也可以選擇只在一個時段(例如：潛在場址調查階段)實施檢查工作，如此也可以解決檢查項目範圍過大的問題。

3.3.2.2 檢查標準的建立

對於一般的檢查工作來說，通常會設定檢查是否合格的標準，尤其是屬於實體的產品。可是對於現地調查/試驗作業的檢查工作來說，它的檢查標的主要是在於調查/試驗作業過程的觀察，因而和一般的產品檢查並不相同。對於各個現地調查/試驗作業，需要列入檢查的事項討論如下：

(1) 採用的調查/試驗方法是否恰當？

現地調查/試驗的方法可能因為場址的地形地質條件、調查的目的和精度要求、處置方式的選擇、可使用的儀器種類等因素，會有許多不同的變化，難以統一歸納適用的方法。以致無論國內或國外，目前並無統一可適合最終處置場址的調查/試驗規範可作為依循。可是對於現地調查/試驗作業的檢查來說，調查/試驗規範的確立是有其必要性。然而由表 3-10 所列的現地調查/試驗工作項目，即使不再加以細分，在項目種類上已相當繁雜，如果再加以細分時，要在短期內完成具備足夠公信力的規範，是有其困難度。不過，在建立調查/試驗規範上，建議可循下列方式來達成完成：

(A) 由經營者提供調查/試驗規範

場址調查採用的調查/試驗規範，尤其是和地質特性或水文地質特性有關的項目，通常需要因地制宜，必須按照場址的條件來安排，再以「場址調查計畫」來呈現整體的場址調查活動。因此調查/試驗規範必然是場址調查計畫的一部分。因而，選址小組提出選址計畫時，此場址調查計畫就已包括在其中，循此途徑應可取得大部分的調查/試驗規範。

(B) 邀請具公信力的專家審查確認

由選址小組提出的調查/試驗規範需要進一步確認其完整性、適用性，以及其執行管制是否符合品質保證的規範。其中的品質管制系統的制定可參考國際品質組織所定的 ISO 9000 標準，或 Pittiglio & Hedges(1991)針對低放射性廢棄物最終處置所定的品質保證規範(NUREG-1293 Rev.1)來制定。以確保調查/試驗的過程、儀具和物料的管制、人員的資格或經驗、文件與紀錄的控管皆能符合品質保證規定。而這些調查/試驗規範建議應

在檢查工作實施之前，由主管機關邀請具公信力且具備豐富實際經驗的專家或學者透過審查的機制加以確認，以作為檢查工作執行的依據。

(C) 本計畫提供部分調查/試驗規範

除了由經營者的場址調查計畫可提供調查/試驗規範之外，本計畫的執行也會根據過去參與低放射性與高放射性廢棄物最終處置場址調查的經驗，彙整場址調查工作中與地形地貌調查、地質調查、地球物理調查、地質鑽探取樣、地表水文調查、地下水文調查、大地工程調查、地球調查、地震調查等相關的調查/試驗規範，以作為主管機關審查場址調查計畫和執行檢查工作的參考。若有不足的部分(例如輻射背景調查、生態資源調查、景觀資源調查等)，可尋求其他專業團體或學校單位協助提供。

(2) 調查/試驗工作是否按核定的調查/試驗規範實施？

主辦機關核定的選址計畫，經營者必須在選址小組監督之下確實執行，其中的場址調查計畫和調查/試驗規範也須落實。而主管機關實施檢查工作的重點就是在於確認調查/試驗工作是否按核定的調查/試驗規範實施，以及調查/試驗工作是否符合品質規定。故實施檢查工作時，可考量列入檢查的事項大致可包括下列：

- (A) 現地調查/試驗工作執行所依據的規範是否與核定的版本一致。
- (B) 調查/試驗工作使用量測儀具的規格，是否為調查/試驗規範所容許的範圍。
- (C) 負責調查/試驗工作人員的資格、調查/試驗工作使用的量測儀具，其管制是否符合調查/試驗規範和品質計畫規範。
- (D) 調查/試驗工作的執行是否依照調查/試驗規範的要求進行，並做成必要的紀錄，以作為後續分析的依據。
- (E) 調查/試驗工作相關的文件、紀錄控管是否符合品質計畫的要求。

3.3.2.3 現地檢查後的處理

(1) 檢查工作發現

現地檢查工作完成後，必須針對列入檢查的項目做成檢查報告，此報告的內容大致會包括了檢查工作計畫概要、檢查工作實施概要說明、檢查工作發現、建議事項等四個部分。其中有關檢查工作發現的部分需要針對各項列入檢查現地調查/試驗工作，提出各檢查事項的發現，可能呈現的形式如下：

(A) 符合事項

是指依據經營者提供的客觀證據觀察，顯示該檢查事項的符合既定的調查/試驗規範和品質計畫規範。

(B) 不符合事項

是指依據經營者提供的客觀證據觀察，顯示該檢查事項不符合既定的調查/試驗規範和品質計畫規範。

(C) 觀察事項

是指依據經營者提供的客觀證據觀察結果，無法確認該檢查事項是否符合既定的調查/試驗規範和品質計畫規範。

(2) 不符合事項與觀察事項的改善與追蹤

對於前述第(1)項所列的不符合事項，可正式行文要求經營者指定人選負責分析缺失發生的原因，並要求於一定期限內採取補救 (Remedial)、改正 (Corrective)、調查 (Investigative)、管理 (management)、報告引用評估 (Reportability Evaluation)等改善行動，以消除不符合狀態、防止不適當的調查試驗結果被引用、防止不符合狀態再度發生。判定為觀察狀態的事項，則可請經營者進一步提供補充說明或證據，以評估是否需要改變其判定狀態或要求進行改善行動。前述的改善行動計畫或補充說明於一定期限內完成後，經營者應將改善成果送主管機關核備。主管機關須對於改善成果加以評估，對

於無法消除不符合疑慮或無法改變觀察狀態的調查/試驗成果，其引用應加以限制或要求重做，並列入追蹤管制。

表 3-4、一般工程場址調查和低放射性廢棄物最終處置設施場址調查階段的
與調查資料精度需求比較表

階段	調查活動的階段目的		資料精度需求
	一般工程	低放最終處置工程	
初查	了解整體環境的限制條件、擬定普查計畫	確認可能候選場址是否符合本條例草案第四條所定之準則	1/10,000 至 1/50,000
普查	提供工程概念或初步設計的參數與條件、擬定精查計畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進一步確認場址是否符合本條例草案第四條所定準則。 2. 提供候選場址遴選的依據。 3. 提供場址工程規劃設計、安全分析等後續工作的部分依據。 	1/1,000 至 1/10,000
精查	提供工程細部設計所需要的參數與條件	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整理前階段已完成調查的場址特性資料。 2. 依據場址工程設計和安全分析需要，補充調查必要的候選場址的特性說明或參數。 3. 準備建照申請的法定文件。 	1/100 至 1/1,000
施工	提供工程設計變更的依據	工程設計參數或條件的確認或變更	1/100 至 1/500
維護	紀錄工程完工後的變化狀況	特定項目監測	>1/100 或 1/100 至 1/500

表 3-5、低放射性廢棄物最終處置設施各場址調查階段的資料精度需求、調查範圍調查工作目標比較表

調查階段	資料精度需求	調查範圍需求	調查工作目標		
			區域初查	場址普查	場址精查
可能潛在場址調查	不小於 1/25000	調查涵蓋範圍應可完整表達場址鄰近地區的重要區域地質或水文現象	主要目標	次要目標	附帶目標
潛在場址調查	不小於 1/5000	調查範圍應至少完整涵蓋場址各項工程配置地點之集水區	次要目標	主要目標	次要目標
候選場址調查	不小於 1/1000	調查範圍應至少完整涵蓋場址各項工程配置地點	附帶目標	次要目標	主要目標

表 3-6、可能潛在場址調查階段之場址調查工作內容

調查或評估項目類別	調查或評估內容	工作方法	
區位與範圍	利用比例尺 1/25000 以上的地形底圖表達場址及場址鄰近地區的地理區位和邊界；並須述明場址的面積數量，場址及鄰近地區的人口分佈狀況、人口數量和變動狀況、當地發展計畫，及土地利用、產業、交通等概況。	既有資料分析 現地查訪	
區域氣候	場址及鄰近地區的氣象觀測站位置、觀測項目、觀測期間和長期氣候概況（包含不同季節期間的氣溫、氣壓、溼度、降雨量、降雨日數、日照量、日照時數、蒸發量、蒸散量、颱風特性及影響等）	既有資料分析	
區域地形	場址鄰近地區的區域地形發育概況、區域地形圖、鄰近海域的地形概況	既有資料分析 現地觀察	
區域地貌	場址鄰近地區的區域地形起伏趨勢和重要地貌特徵	既有資料分析 現地觀察	
區域地質	地層及構造	區域地層單位的組成與分布；斷層、褶皺、不連續面等構造現象的特性與發育趨勢；地層及構造演化史。	既有資料分析 航照判釋 現地觀察/調查
	活動斷層	已知活動斷層的位置、分布、活動歷史	既有資料分析 航照判釋 現地觀察/調查
	地震活動	歷史地震、地震機制、地震強度、震波衰減模式、最大加速度，及海嘯的規模、機率、影響等。	既有資料分析
	地殼變動	地殼抬昇及侵蝕速率	既有資料分析 航照判釋 現地觀察 取樣試驗
	地質作用	地質災害（含山崩、土石流、地盤下陷）、堆積、侵蝕、火山活動、溫泉、地熱等地質現象的分布位置、範圍、規模、可能之影響。	既有資料分析 航照判釋 現地觀察/調查
區域水文	地表水文	河川及水體的分佈、既有水文觀測資料、降雨特性分析、洪泛範圍與紀錄、水資源利用狀況	既有資料分析 航照判釋 現地觀察
	海域水文	鄰近海域的水文、海象、水質、底質、漂砂等項目的既有觀測資料及概況分析	既有資料分析
	地下水文	地下水井分布、地下水資源使用概況、地下水位概況、土壤和地層的滲透和含水能力、地下水補助區與流出區	既有資料分析 現地觀察 水平衡計算
區域大地工程特性	區域地層材料的工程特性概況	既有資料分析 現地觀察/調查	
區域地球化學特性	區域土壤、岩石、地表水、地下水等項目的地球化學參數指標及特性概況	既有資料分析 現地觀察 現地試驗 室內試驗	
天然資源	區域及場址鄰近地區的礦產資源、景觀、生態等天然資源之分佈地點、範圍、使用現況或保護規定。	既有資料分析 現地觀察/調查	
擬定場址普查計畫	以候選場址遴選的需求，針對各可能候選場址，擬定場址普查計畫	整合分析	

表 3-7、潛在場址調查階段及候選場址調查階段之場址調查工作內容

調查或評估項目類別		調查或評估內容	工作方法
區位與範圍		利用適當比例尺的地形底圖表達場址及週邊地區的聚落和人口分佈狀況、人口數量和變動狀況，以及土地編定、土地權屬、土地利用、產業、交通等概況。	既有資料分析 現地查訪
場址氣象觀測		場址及週邊地區既有氣象觀測資料分析與評估、擬定場址氣象觀測計畫（含觀測之預定地點、項目、期間、取樣頻率等）	既有資料分析 現地查訪
地形地貌	地形	場址及週邊地區的地形發育概況、區域地形圖、鄰近海域的地形概況、場址及鄰近海域地形圖測繪	既有資料分析 現地觀察/調查
	地貌	場址及週邊地區的地形起伏趨勢和重要地貌特徵	既有資料分析 現地觀察
地質	地層	場址及週邊地區的地層特性(岩性組成、厚度、分層指準或準據)與分佈	既有資料分析 航照判釋 現地觀察 地球物理探測 地質鑽探取樣 地球物理井測
	構造	場址及週邊地區的地質構造(含不連續面)特性與分佈、斷層構造的活動性評估和對場址設施安全的可能影響	
	平面圖剖面圖	繪製必要的地質面及地質剖面圖表達場址及週邊地區地層單位與地質構造現象的分佈	
	地質作用	場址及週邊地區地質災害(含山崩、土石流、地盤下陷)、堆積、侵蝕、火山活動、溫泉、地熱等地質現象的分布位置、範圍、規模、可能之影響。	
地表水文		場址及週邊地區的集水區分區、邊界、面積、河川及水體的分佈、水文觀測資料、水資源利用及水權狀況、滲透與逕流特性。	既有資料分析 航照判釋 現地觀察 整合分析
地下水文		場址及週邊地區的地下水井分布、地下水資源使用狀況、地下水位觀測數據、滲水地點的位置和滲流量、土壤及地層的滲透和含水能力、各主要岩層單位的孔隙率、地下水傳輸參數、地下水補助區與流出區、地下水傳輸機制、岩層透水能力(含水層和不透水層)分類、水文地質模式	既有資料分析 現地觀察 室內試驗 現地試驗 孔內試驗 水平衡計算 整合分析
大地工程		場址及週邊地區各出露地層材料的工程參數(力學參數和動態模數)與特性(一般物性、土壤與岩體分類、硬度與耐蝕度)、對工程設計和施工的建議	現地觀察 現地試驗 室內試驗 整合分析
地球化學		場址及週邊地區的土壤、岩石、地表水、地下水等項目的地球化學參數指標及特性分析、場址普查階段地球化學調查計畫	現地觀察 現地試驗 室內試驗 整合分析
天然資源		場址及週邊地區的礦產資源、景觀、生態等天然資源之分佈地點、範圍、使用現況或保護規定	既有資料分析 現地觀察/調查
場址精查計畫		針對需要釐清的地質現象、水文條件、以及工程設計和安全分析的需要，選定適當的地點和方法，擬定候選場址精查階段調查計畫。	整合分析

表 3-8、可能潛在場址調查階段現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表

調查評估項目	調查/試驗工作項目	檢查優先次序*		
		可能潛在場址調查	潛在場址調查	候選場址調查
區域地形地貌調查	區域及鄰近海域地形地貌發育概況	◎	○	X
區域地質調查	地層及構造(地表調查)	◎	○	X
	地層及構造(地物調查)	◎	○	X
	地層及構造(地質鑽探)	◎	○	X
	地層及構造(地物井測)	◎	○	X
	活動斷層	◎	○	X
	地殼抬昇及侵蝕速率	◎	○	X
	地質災害(含山崩、土石流、地盤下陷)、堆積、侵蝕、火山活動、溫泉、地熱等地質現象的分布位置、範圍、規模、可能之影響。	◎	○	X
區域地表水文調查	地表水資源利用狀況	◎	○	X
	滲透與逕流特性調查	◎	○	X
	地表地表水文參數現地試驗	◎	○	X
區域地下水文調查	地下水井分布	◎	○	X
	地下水資源使用狀況	◎	○	X
	地下水位觀測	◎	○	X
	未飽合層地下水傳輸參數試驗	◎	○	X
	飽合層地下水傳輸參數試驗	◎	○	X
區域大地工程調查	土壤、岩石採樣	◎	○	X
	地表現地試驗	◎	○	X
	孔內試驗	◎	○	X
區域地球化學調查	地表水體採樣與現地分析	◎	○	X
	地下水體採樣與現地分析	◎	○	X
	土壤採樣與現地分析	◎	○	X
	岩石採樣與現地分析	◎	○	X
	區域礦產資源調查	◎	○	X
	區域景觀資源調查	◎	○	X
	區域生態資源調查	◎	○	X

*備註：◎-可優先列入檢查的項目、○-可選擇列入檢查的項目、X-非檢查項目

表 3-9、潛在場址調查階段現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表

調查評估項目	調查/試驗工作項目	檢查優先次序*		
		可能潛在場址調查	潛在場址調查	候選場址調查
場址地形地貌調查	場址地形圖和地形剖面圖測製	X	◎	○
	海域地形圖和地形剖面圖測製	X	◎	○
場址地質調查	地層及構造(地表調查)	X	◎	○
	地層及構造(地物調查)	X	◎	○
	地層及構造(地質鑽探)	X	◎	○
	地層及構造(地物井測)	X	◎	○
	活動斷層	X	◎	○
	地質災害(含山崩、土石流、地盤下陷)、堆積、侵蝕、火山活動、溫泉、地熱等地質現象的分布位置、範圍、規模、可能之影響。	X	◎	○
場址氣象調查	氣象觀測	X	◎	○
場址地震調查	地震觀測	X	◎	○
場址水文調查	水文、海象、水質、底質、漂砂等參數調查	X	◎	○
	地表水資源利用狀況	X	◎	○
	地表滲透與逕流特性調查	X	◎	○
	地表水文參數現地試驗	X	◎	○
場址地下水文調查	地下水井分布	X	◎	○
	地下水資源使用狀況	X	◎	○
	地下水位觀測	X	◎	○
	未飽合層地下水傳輸參數試驗	X	◎	○
	飽合層地下水傳輸參數試驗	X	◎	○
場址大地工程調查	土壤、岩石採樣	X	◎	○
	地表現地試驗	X	◎	○
	孔內試驗	X	◎	○
場址地球化學調查	地表水體採樣與現地分析	X	◎	○
	地下水體採樣與現地分析	X	◎	○
	土壤採樣與現地分析	X	◎	○
	岩石採樣與現地分析	X	◎	○
場址礦產資源調查		X	◎	○
場址景觀源調查		X	◎	○
場址生態資源調查		X	◎	○

*備註：◎-可優先列入檢查項目、○-可選擇列入檢查的項目、X-非檢查項目

表 3-10、現地調查/試驗工作項目檢查優先次序建議表

調查評估項目	調查/試驗工作項目	檢查優先次序*			
		可能潛在場址調查	潛在場址調查	候選場址調查	
地形地貌調查	區域地形地貌發育概況	◎	○	X	
	陸地地形圖和地形剖面圖測製	X	◎	○	
	海域地形圖和地形剖面圖測製	X	◎	○	
地質調查	地層及構造(地表調查)	◎	○	X	
	地層及構造(地物調查)	◎	○	X	
	地層及構造(地質鑽探)	X	◎	○	
	地層及構造(地物井測)	X	◎	○	
	活動斷層	◎	○	X	
	地殼抬昇及侵蝕速率	◎	○	X	
	地質災害(含山崩、土石流、地盤下陷)、堆積、侵蝕、火山活動、溫泉、地熱等地質現象的分布位置、範圍、規模、可能之影響。	◎	○	X	
氣象調查	氣象觀測	X	◎	○	
地震調查	地震觀測	X	◎	○	
地表水文調查	海域 水文、海象、水質、底質、漂砂等調查	X	◎	○	
	陸地	地表水資源利用狀況	◎	○	X
		滲透與逕流特性調查	X	◎	○
		地表水文參數現地試驗	X	◎	○
地下水文調查	地下水井分布	◎	○	X	
	地下水資源使用狀況	◎	○	X	
	地下水位觀測	X	◎	○	
	未飽合層地下水傳輸參數試驗	X	◎	○	
	飽合層地下水傳輸參數試驗	X	◎	○	
大地工程調查	土壤、岩石採樣	X	◎	○	
	地表現地試驗	X	○	◎	
	孔內試驗	X	○	◎	
地球化學調查	地表水體採樣與現地分析	X	◎	○	
	地下水體採樣與現地分析	X	◎	○	
	土壤採樣與現地分析	X	◎	○	
	岩石採樣與現地分析	X	◎	○	
天然資源調查	礦產資源	◎	○	X	
	景觀資源	◎	○	X	
	生態資源	◎	○	X	

*備註：◎-可優先列入檢查項目、○-可選擇列入檢查的項目、X-非檢查項目

4. 現地調查/試驗作業方法整理

場址調查的目的在於獲取描述場址特性的資料，以作為場址水文模式分析、工程設計與安全分析、工程施工、場址監測等應用層面所需要輸入參數或條件。這些透過調查活動所取得的資料或許有少部分可以直接使用作為描述場址特性的參數或條件，但大多數的調查資料通常需要再進行整理、歸納、統計、分析、模擬、研判等工作才能轉換作為描述場址特性的參數或模式。這種整理、歸納、統計、分析、模擬、研判的轉換工作稱為「場址特性分析」(site characterization) 或是「定義場址」(site definition)。部分的場址特性資料(例如氣候資料、區域地質資料、中或小比例尺的地形圖、遙測影像等)可依賴既有文獻的蒐集、整理、研判來取得，可是大多數的場址特性資料則必須要依賴現地調查/試驗作業才能獲得。至於場址調查要涵蓋哪些項目，則可能因各國的法令規定、場址的地質地形條件、處置方式或深度的選擇等因素的差異會有所不同。R. J. Lutton 等人(1982a)根據當時的美國法令規定和幾個場址調查的經驗，針對低放射性廢棄物地表處置的方式，歸納出處置場址需要調查的參數項目總計有 67 項，附表一除了列出此 67 個參數項目之外，也同時列出這些參數項目需要使用的時機(區分為「定義場址」、「場址分析」、「施工營運」、「場址監測」、「測量放樣」等五種類別)。附表二則再進一步彙整這些參數項目的獲取方法(標準方法和通用方法)或獲取來源(R. J. Lutton 等人，1982b)。不過，因整理的年代遠在 22 年前，而且處置方式是利用較厚且較難透水的土層，與國內幾個潛在場址的條件皆不同，因而這些參數項目和獲取方法或來源只能作為參考。本章以下將按表 3-10 所列的場址調查評估項目(不含景觀資源、生態資源、海域地形和水文等調查項目)的次序，首先歸納出可能需要涉及現地調查/試驗工作的工作項目，其次再參考現有的標準或通用的規範，彙整各現地調查/試驗的工作的步驟與內容概要、參考規範、可列入檢查的重點等，以作為現地檢查作業實施的參考。

4.1 地形地貌調查(地形測量)

地形地貌調查涵蓋了地表形貌、河流水系、地質災害等調查工作，為了便於說明，有關地質災害調查作業的說明將併入第 4.2 節中；至於地表形貌和河流水系的特性調查或分析過程都需要藉由地形底圖作為輔助描述調查分析結果的依據。以場

址調查的地形底圖需求(詳表 3-5)和目前政府單位出版的地形圖狀況來說，區域地形分析用的底圖可採用內政部出版的 1/25,000 經建版地形圖，場址及其週邊的地形底圖可採用農林航空測量所出版的 1/10,000 或 1/5,000 比例尺相片基本圖。除非這些圖籍資料的測製年代過於久遠或調查範圍的土地使用狀況或地形變化很大，否則並無需重新測製的必要。但是，作為工程設計使用的地形圖或地形剖面圖(1/1,000 比例尺或更大)，則通常有必要重新測製。此外，無論地表形貌或河流水系的調查分析，通常可藉由航空照片或地形圖的研判、地形高程的分析等室內的分析工作即可完成，對於現地查證的需求較低。故本節以下將僅針對場址地形測量工作簡要說明的作業內容與檢查重點。

(1) 目的

地形測量，主要是將地表面上之地物與地貌，以各種測量方法，依所需比例尺縮繪或以記號表示於圖面上的作業。除可供後續調查、作業規劃、施工設計等工作參考外；亦可透過分析工具，了解地形的坡度與變化趨勢，地上物與地貌特性分布狀況，以作為場址選擇的基本考量。

(2) 參考規範或標準

(A) 內政部營建署市鄉規劃局”都市計劃數值地形測量作業規範”。

(B) 台灣省三等控制點衛星測量作業手冊。

(C) 地籍測量實施規則。

(3) 使用的工具或儀器

全站式測距經緯儀、雷射測距經緯儀、(精密)水準儀、全球衛星定位儀(GPS)。

(4) 現地調查/試驗工作概要

地形測繪的方法，較為知悉的方式是地面測量法、航測及衛星遙測法，但隨著測繪科技的進步，亦發展出數值地形、數值航測等方法，目前最新的航測技術就是LIDAR (Light Detecting and Raging) 航空攝影術，此種雷射掃描技

術具有快速獲取高精度且密集的地表點位資料能力，密集的LIDAR點位資料能夠非常精細地描述地表平面以及地物表面起伏的狀況。以下步驟將針對1/1000比例尺地形圖的測繪工作，概要說明於現地調查作業的流程與步驟：

(A) 已知三角點檢測(Baas station check survey)

以GPS或是三角三邊法，檢查已知三角點的座標，通過檢測的三角點方可納入結合控制測量作業，以確定測量的平面控制系統。

(B) 控制測量(Contorl survey)

依據測量作業標準與規範進行，可使用GPS或符合精度需求的測距經緯儀進行，用以檢核測區作業範圍內的已知控制點或新設控制點，以統一並確認測量的平面控制系統。

(C) 水準點檢測(Leveling check survey)

以精密水準儀進行測區作業範圍內已知水準點的檢核，以確定測量的高程控制系統。

(D) 導線點測量(Traverse survey)

以快速靜態或動態GPS測量、測距經緯儀，對測區內均布的導線點進行座標引測，同時以直接水準測量，引測各導線點之高程測值，若未能以直接水準的方式取得數值者，可以間接高程測量方式建立各導線點高程值，但須能符合規範或標準所定之精度。

(E) 碎部地形測量(Detail terrian survey)

測圖方式以測距經緯儀，直接使用導線點作為施測點，採三次元數值測量法，或以GPS動態測量方式測量測區內地形、地物點的三維座標。

(5) 現地檢查重點

- (A) 新設點位(含控制點和水準點)之”點之記”(description of station)記錄應包括點號、三維座標資料、路線略圖、附近地物詳圖、照片與詳細文字說明等。
- (B) 控制測量觀測記錄、導線測量觀測記錄、水準測量記錄等，皆須詳實記載觀測時的相關資訊，包括觀測點號，日期、時間、觀測人員、儀器設備編號或序號、附帶之設定參數(天線盤高或儀器高)與其它需附載之備註說明等。若為數值方式的記錄，亦須能提供完整的檔案，供查閱整個測量作業的執行細節，以供資料核對或追溯。
- (C) 查對確認碎部測量觀測記錄，對於儀器設置之樁點是否經控制測量或導線測量所檢核過。並對應導線點分布網圖，確認碎部地形測區所採用的樁點是否符合測量計畫，或是因現地適當調整採用樁位時，亦須考慮測距之距離不得過長，以避免造成資料誤差。
- (D) 查對平面控制的座標系統是否一致，以免造成資料彙整與查核上的困難；高程控制系統亦然，須能夠統一一致。若需對座標系統進行轉換，須能一併提供轉換參數、程式工具或相關文字說明，以便進行檢查時驗證資料數據。
- (E) 測量成果(含控制測量、水準測量、導線測量、碎部地形測量等)的檢核是否依測量計畫實施，實際檢核數量是否足夠。

4.2 區域與場址地質調查

場址的地質特性需要從區域、場址及其週邊、場址本身等三個不同的涵蓋面分別加以描述，而每個涵蓋面又需要依資料的應用目的使用適當比例尺的地形圖和剖面圖(表 3-5)來表達地質的外觀或模型。這些地質特性的描述主要是用來：

- (1) 驗證場址的條件是否符合「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第七條第一項第一款(場址不得位於活動斷層及其他足以影響處置設施安全之地區。)及第三款(場址不得位於地表水文條件、地下水文條件及地質可能危及處置設施之地區。)的規定。
- (2) 提供場址設計條件或參數分析所需的地質條件或參數。
- (3) 提供場址功能安全分析所需的地質條件或參數。

以採用的方法來說，區域地質和場址地質調查又可區分為地表地質調查、地質鑽探取樣、地球物理調查、地球物理井測等四種。此外，本節又考量最終處置場址的需求，除前四種調查活動之外，另外再增加活動斷層調查、地殼抬昇及侵蝕速率、地質災害與地質現象調查等三種調查活動的方法說明。

4.2.1 地表地質調查

(1) 調查目的

透過野外的地表露頭觀察來獲取土壤蓋層、地層、構造等的巨觀或微觀特性，是繪製平面地質圖和地質剖面圖過程中不可或缺的工作，這種地表露頭觀察的工作為地表地質調查工作的一環。如果地表露頭不足以完全提供平面地質圖和地質剖面圖繪製的需要時，或是對於平面地質圖和地質剖面圖繪製成果有查證的必要時，應再實際的需要，規劃地表槽溝或豎坑挖掘、地質鑽探(詳4.2.2節)、地球物理調查(詳第4.2.3節)、孔內井測(詳第4.2.3節)的調查工作，以彌補露頭不足。

(2) 調查參考規範或標準

- (A) 交通部國道新建工程局，1985，大地工程調查作業準則。
- (B) 中油公司，1973，地質調查作業標準草案。
- (C) 陳培源、孫思優、陳本康，2000，基地地質調查規範研擬(地質法相關細則草擬)。

(3) 使用的工具或儀器

地形圖、地質羅盤、高度計、地質錘、野外記錄本、皮尺、照相機、土壤取樣器(soil auger)、衛星定位儀(GPS)等。

(4) 現地調查/試驗工作概要

(A) 前置作業

(a) 文獻資料蒐集

首先需蒐集計畫調查區域有關的國內外出版期刊、著作或學位論文的相關地質調查研究報告。

(b) 現場調查作業擬定

前述所有地質調查前之基本資料收集齊全後，經過初步研究，即可概括性瞭解調查地區地質概況。再根據調查成果的比例尺、調查成果的應用目的、文獻初步研判的結果，擬定現場調查作業，調查作業內容至少應包括：調查範圍、過去研究程度、調查地圖、調查路線、調查岩層露頭地點、現場觀察重點。

(B) 現地調查與記錄

- (a) 依照調查規劃的路線或地質圖繪製的需求，於現地搜尋可研判地層和構造特性的地表露頭。
- (b) 用GPS定位記錄露頭點臨時編號、座標及高程資料。
- (c) 記錄露頭所在之場址名稱、調查日期、時間及記錄者等。
- (d) 土壤的觀察：土壤的剖面結構(O、A、B、C等分層的厚度和分層介面的型態)、各土壤分層的顏色、粘粒和孔隙比例、顆粒外形和粒度分佈等目視特徵。
- (e) 岩石種類：如砂岩(sandstone)、頁岩(shale)、礫岩(conglomerate)、玄武岩(basalt)等。
- (f) 岩石之顏色及風化程度：包括新鮮面及風化面之顏色並判斷岩石之風化程度。
- (g) 岩石之組織：如粒度(grain size)、形狀、圓度、排列、表面性質等。
- (h) 岩石之膠結物及其膠結程度：如膠結堅固或鬆散。
- (i) 層面結構：如層面之形態、形狀、厚度等。

- (j) 弱面之描述與記錄：如褶曲(fold)、斷層(fault)、裂隙(fracture)、劈理(foliation)、節理(joint)等，並需將上述弱面之狀況、數量、方向角度及性質記錄之。
- (k) 岩層在地形上所表現的特徵：如山脊、河谷及山谷等。
- (l) 地層單位之厚度
- (m) 岩層之走向(strike)與傾斜(dip)
- (n) 重要露頭拍照存證，同一露頭，在狀況許可下應有一張能涵蓋全露頭形貌之照片。
- (o) 若有進一步鑑定土壤或岩石分類、顆粒度分布、礦物組成、岩相特性、地層年代等需要時，應視鑑定的目的進行採樣，採樣的樣品應除須按場址調查計畫或場址調查品質計畫的規定設定必要可供辨識的編號和加以包裝之外，同時也需將樣品的採樣地點、樣品內容、編號、預定鑑定的項目、採樣日期予以記錄，有必要時需拍照存證。

(5) 現地檢查重點

- (A) 在既定或指定抽查的勘查路線上所見到的地表露頭是否皆有對應的觀察記錄可查。
- (B) 露頭觀察記錄的填寫項目應儘可能力求完整。
- (C) 露頭觀察記錄是否已忠實地反映在地質圖和地質剖面圖的繪製過程，例如記錄內容需要提供岩層製圖單位區分基準和界線、岩層界線或構造線的位置和延伸狀態等研判之佐證。

4.2.2 地質鑽探取樣

(1) 目的

地質鑽探取樣可取得連續的土層和岩層樣品，這些土層和岩層樣品有幾個功能：(1)彌補地表露頭密度或延伸不足，無法完整提供土層或岩層在側向和垂直延伸的佐證；(2)作為水文地質或大地工程試驗的樣品；(3)作為地質圖和地質剖面圖繪製成果的驗證依據。至於施鑽完成後的井孔，則可安排 (1)進行地球物理井測以取得孔內地層的物理特性參數(詳第4.2.4節)；(2)作為地下水位(或水壓)觀測或其他地下水文參數試驗(詳第4.6節)、大地工程特性孔內試驗(詳第4.7節)、地下水地球化學參數量測和取樣等工作 (詳第4.8節)、孔內地震觀測儀器安裝(詳第4.4節)的管道。

(2) 參考規範或標準

- (A) IAEA, 1999, Hydrogeological Investigation of Sites for the Geological Disposal of Radioactive Waste, Technical Reports Series No. 391, IAEA, Vienna, pp.60.
- (B) IAEA, 2001, Characterization of Groundwater Flow for Near Surface Disposal Facilities, International Atomic Energy Agency, pp. 61.

(3) 使用的工具與儀器設備

鑽探設備(可能依鑽探方法、目的有所不同；參考表4-1)主要部分包括：鑽機、鑽桿、鑽頭、鑽架、發電機、冷卻水循環系統、鑽渣回收系統等。

(4) 鑽探取樣作業內容概要

- (A) 確認鑽孔目的、鑽孔位置、鑽進方向與井偏設定、鑽進方式和取樣方法、取樣區間、需要配合的孔內試驗和時機、取樣完工後的建井規劃等要求，並勘查現地狀況，以確保鑽探水源的取得及規劃並解決鑽探作業展開需配合辦理事項(如鑽進作業機組的準備、用地取得、施工道路闢建、

施工許可、備妥鑽進取樣程序等)。有關鑽探機組和鑽液的選用，可參考(IAEA, 2001)的建議。

(B) 依照前述(A)項的要求擬定鑽孔施工計畫，並在指定的鑽探點位架設符合需要的鑽探機組。經確認符合鑽孔施工計畫的規定後，即可進行施鑽。

(C) 施鑽過程的記錄填寫

(a) 一般記錄

係針對鑽探調查工作整體性之描述及紀錄，包括：計畫基本資料、鑽孔編號、位置、鑽探公司、鑽探工地負責人員、鑽機型式、施鑽日期、鑽孔預定施鑽深度、井偏、鑽進方向、井徑等基本資料等。

(b) 測量記錄

係指由測量人員對鑽孔調查等現場工作位置進行測量所得之基本資料，包括：每日施工前的水位量測記錄和施工前後的鑽孔深度。

(c) 鑽探過程記錄

由鑽探人員在鑽進過程中需要記錄的事項，包含操作人員、每日(或每作業班次)鑽進作業起始和結束時間、依鑽進時間填寫每次起鑽/下鑽位置、取樣的岩心初步觀察結果、岩心回收率、機組操作異常狀況記錄(如迴水狀況或機組運轉異常、鑽液更換或比重調整、機組維修、鑽頭或鑽串耗損壞更換、岩心回收率遽降、堵漏方案的執行等)、取樣完成後或建井完成後的孔壁清洗過程，以及其他在場址調查計畫指定填寫的事項。對於符合應停止施工事件(需在場址調查計畫或鑽探計畫中明確規範)或依場址調查計畫規定須進行孔內試驗或取樣的時機或條件出現，皆應停止鑽進，待權責人員確認符合復工的條件時，方可復工。前述的停工與復工事件皆應完整記錄。

(d) 岩心視覺觀察記錄

視覺觀察記錄係指由地質專業人員或技師以目視方式，直接觀察、比對、研判實體岩心，再將岩石或土壤的各項性質資料加以記錄。包括：鑽孔基本資料(即前述的一般記錄、岩石RQD值、地質圖元符號、岩石或土壤性質描述、岩石或土壤顏色、岩石不連續面記錄、岩心破裂指數(Fracture Index)、岩心形狀、岩心風化程度、岩石或土壤強度、岩心回收率等。

(5) 現地檢查重點

- (A) 鑽探用冷卻用水來源，需要考量儘可能降低對原有地下水環境的影響。鑽液回收應確實(根據鑽探過程鑽液回收率評估)，以免造成環境污染。
- (B) 鑽探現場應有妥善措施避免鑽液或鑽機潤滑油滲漏，以免影響後續井下調查/試驗的結果(特別是地球化學測量)。
- (C) 鑽探記錄填寫應力求完整，尤其是鑽進過程中的異常狀況處理和任何會改變原有井壁狀況的措施皆必需有完整的紀錄可循。岩心鑽取後，應按深度裝箱存放，並安排地質專業人員進行拍照、岩心紀錄與裂隙量測。

表 4-1、國內常用鑽探方法比較

鑽探方法	適用條件	優點	缺點
衝擊法 (percussion drilling)	適用於任何地層之開鑿； 適用於任何深度之開鑿	對礫石層之鑽鑿較具優勢； 適用於各種土層； 可搭配改良鑽探取樣設備； 極適合於觀測井建置	機具較笨重； 鑽頭易磨損； 井徑至少6吋
旋鑽法 (rotary drilling)	極適用於固結岩層之取樣	可鑽取砂、粘土、粉土及岩層，並且有良好的取樣結果； 卵礫石層較多之區域，施工較困難； 鑿泥在開鑿期間，較難由孔壁間移開	較不適合建置地下水觀測井
沖鑽法 (wash drilling)	適用於未固結地層，特別是砂、土層或較軟之固結層	機具便宜輕便，操作容易； 人力需求少； 擴孔孔徑較小	鑽探每次需回拔鑽桿，若深度較深則費時、費力；取樣後濡以水沖洗法噴洗鑽孔底部，使土層沿孔洗出；不適合建造觀測井
螺旋鑽法 (auger drilling)	適用土壤層(砂、粘土、粉土)；	設備簡便，易於組架及移動； 無需循環液體	礫石層及堅硬岩層則不適用； 鑽井深度非常有限(一般最深約40m)； 不適合建造觀測井
下井式 氣錘鑽鑿法 (downhole hammer drilling)	適用於礫石層之鑿鑽	速度快	設備複雜笨重；易造成工地噪音及空氣污染； 不適合建造觀測井

資料來源：經濟部水資源局(1998)台灣地區地下水觀測網整體計畫—地下水觀測網施工規範研擬

4.2.3 地表地球物理調查

地表地質調查活動可能因工程設施、地表植被、岩層崩塌堆積等的覆蓋，在地表上無法完整觀察地層和構造的形貌，透過地質鑽探雖可用鑽取地下岩石樣本的方式獲得地下岩層資訊，但昂貴的鑽鑿費用使鑽探僅能點狀地分布在場址範圍，對於點狀資料間的串連，僅能直接推測較難以窺見地下地質的完整形貌。

地表地球物理探測提供一快速且非破壞的方式來獲取地下地質構造的方法，透過地表測線的安排及測勘方式的設計，可以獲得測線(點)下方連續的物理特性分布，再將地表地質露頭位置與鑽探井資料串聯起來，即可獲得地下較完整且連續的地下地質構造形貌及岩層的物理特性，輔助了解地下地質情形與大地工程性質。由於地球物理探測方法係量測岩石的物理特性，受到不同物理量的特性及探測方法的影響，其探測深度及解析能力均有其限制。因此，往往需同時併用數種地球物理探測方法進行探測，以獲得更多之資料作正確之研判解析。

地表地球物理調查應用於場址評選時，主要可提供地下岩層之速度分布、電阻率分布等物理參數資訊，提供地下岩石強度及地質構造研判之用，常用的地表地球物理調查包括：反射震測(Reflection seismic)、折射震測(Refraction seismic)及地電阻探測(Resistivity survey)等三項，分別說明如后。

4.2.3.1 折射震測

(1) 目的

獲得施測剖面線之地下材料(含土壤和地層)之震波傳遞速度分布，可進一步研判風化層或土壤層的厚度變化；並可提供地下岩層震波傳遞速度，作為岩層開挖難易度研判之依據。

(2) 參考規範或標準

Takahashi, T., 2004, ISRM Suggested Methods for land geophysics in rock engineering , International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 41, pp. 885-914.

(3) 採用的工具或儀器

折射震測儀(24波道或48波道)主機、地耳(Geophone)，另外需使用重錘或炸藥作為震動能量的來源。

(4) 現地工作概要

於地表選定之測線位置布置地耳及電纜線，地耳間距一般約5~10公尺(依現場狀況及震測儀主機而定)，布置完成後於預定之炸孔進行引爆(或撞擊點進行撞擊)產生震源，引爆之同時接收地表之震動信號。

(5) 現地檢查重點

(A) 炸藥之使用是否依照「實業用爆炸物管理辦法」(2002)之各項規定進行管制。

(B) 資料死線(dead trace；無訊號之頻道)數量是否合乎要求。原則上，24波道應少於4條。48波道應少於8條。

(C) 是否確實儲存紀錄檔案並記載使用參數及震源、接收器相關位置座標。

4.2.3.2 反射震測

(1) 目的

獲取施測剖面線地下材料(含土壤和地層)之震波反射介面分布位置，可進一步研判岩層(或地層)單位區分介面和地質構造線在空間上的延伸狀態，並藉以勾繪出之地下地質之形貌。

(2) 參考規範或標準

Takahashi, T., 2004, ISRM Suggested Methods for land geophysics in rock engineering, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 41, pp. 885-914.

(3) 採用的工具或儀器

反(折)射震測儀(24波道、48波道或更多)主機、地耳(Geophone)，另外需使用重錘或炸藥作為震動能量的來源。

(4) 現地工作概要

於地表選定之測線位置布置地耳及電纜線，地耳間距一般約2~10公尺(依現場狀況及探測系統之限制而定)，布置完成後於預定之炸孔進行引爆(或撞擊點進行撞擊)產生震源，引爆之同時接收地表之震動信號。

(5) 現地檢查重點

- (A) 炸藥之使用是否依照「實業用爆炸物管理辦法」(2002)之各項規定進行管制。
- (B) 資料死線(dead trace；無訊號之頻道)數量是否合乎要求。原則上，24波道應少於4條。48波道應少於8條。
- (C) 是否確實儲存紀錄檔案並記載使用參數及震源、接收器相關位置座標。

4.2.3.3 地電阻探測

(1) 目的

獲得施測剖面線地下材料(含土壤和地層)之電阻率分布，可進一步研判地下破碎帶、含水層、地質構造線等之空間分佈狀態。

(2) 參考規範或標準

Takahashi, T., 2004, ISRM Suggested Methods for land geophysics in rock engineering, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 41, pp. 885-914

(3) 採用的工具或儀器

電探儀、電極棒及連接電纜線等。

(4) 現地工作概要

地電阻探測又可分成垂直測深(Vertical Sounding)及剖面探測(Profiling)兩種，分述如下：

(A) 垂直測深探測

選定測點位置後，依其使用之電極排列方式(常用的為Wenner及Schlumberger Array)移動電流極及電位極位置，以達到目標探測深度之目的。

(B) 剖面探測

在預定測線上，佈設固定間距之電極棒(間距約2~10公尺，依計畫目的而定)，布置完成後利用主機自動(或手動)電極切換裝置進行電極切換位置(一般使用Pole-Pole Array)，達到剖面探測之目的。

(5) 檢查重點

(A) 測深探測需詳實記載探測點位置及每次探測之電流極距離、電位極距離、送電電流及接收電位差等資訊。

(B) 剖面探測需記載電極位置座標、遠電極位置座標及儲存紀錄檔案名稱。

4.2.4 地球物理井測

地下地質探測工作除由地表地質調查、地表地球物理探測外，往往需要鑽鑿地質探查井進行地下探查，除用以驗證地表調查成果並取得真實的岩心資料外，更重要的是透過各項孔內試驗及探測所獲得之結果，做為其它相關調查結果間的橋樑，鏈結場址之地層、裂隙、構造等關聯性，進而建立三維地下地質構造及參數模型。

地球物理井測(Geophysical Logging)係將不同孔內探測器置入井孔中，藉由電纜線的連接與地表主機的控制，以最接近地層自然狀態的方式來量取地層中的各項物理參數。常用的地球物理井測探測包括：電性井測(Electric logs)、放射性井測(Radiation logs)、音波井測(Sonic logs)及其他井測(Miscellaneous logs)等四項。這些物理參數的分析，可以瞭解各深度的岩體物理特性、水質、裂隙分布與位態等參數，不同探測型態及限制條件如表 4-2。

(1) 目的

可連續地獲取鑽孔內的地層(含土壤和地層)之物理特性、放射性特性及岩層裂隙位態等資訊，可作為地層材料區分的基準，並作為地質圖和地質剖面圖繪製的佐證、也可作為地球物理地下剖面調查的比對依據。

(2) 參考規範或標準

Brown, E. T., 1981, Suggested Methods for Geophysical Logging of Boreholes, Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 55-70

(3) 使用的工具或儀器

井測儀主機、捲揚機(電動或手動)含電纜、深度計數器(Depth Encoder)、三腳架及探測器(Probe)。

(4) 現地工作概要

於井孔旁邊架設三腳架及滑輪，將井測儀主機與捲揚機及探測器連接妥當後，將探測器透過井孔上方之滑輪置入井孔中，將探測器位置歸零後，緩緩將探測器置入井孔中，並量取井孔內之各項參數。

(5) 現地檢查重點

- (A) 各探測器之量測項目是否經過校驗。
- (B) 量測點起始位置是否歸零。
- (C) 是否確實儲存紀錄檔案並記載使用之探測器型號、量測項目及量測參數等資訊。
- (D) 井孔狀況是否可達成探測項目限制條件之要求。

表 4-2、常用地球物理井測項目一覽表

井測型態	探測項目		限制條件
電性井測	自然電位(Spontaneous potential)		裸孔，且孔內有水
	電阻率	正長距(Long normal)	裸孔，且孔內有水
		正短距(Short normal)	裸孔，且孔內有水
	聚焦電阻(Focused resistivity)		裸孔，且孔內有水
	傳導電阻(Induction logs)		裸孔或塑膠套管
	微電阻(Microlog)		裸孔，且孔內有水
放射性井測	自然放射能(Natural gamma)		無
	中子井測(Neutron log)		無
	密度井測(Gamma-gamma density logs)		無
音波井測	超音波電視井測(Acoustic televiewer)		孔內有水
	全波形音波井測(Fullwaveform sonic)		孔內有水
其他井測	溫度井測(Temperature log)		孔內有水
	井徑井測(Caliper log)		裸孔，且孔內有水
	方位井測(Direction survey)		裸孔或塑膠套管
	傾斜井測(Dipmeter)		裸孔，且孔內有水
	孔內攝影(TV logs)		裸孔

4.2.5 活動斷層調查

(1) 目的

了解斷層構造的活動性，並研判構造再活動週期、活動的強度、對場址設施的影響。

(2) 參考規範或標準

(A) 國內針對活動斷層的調查的經驗與現況，可參考經濟部中央地質調查所之構造與地震地質組建置的網站所述調查作業流程及方法 (<http://fault.moeacgs.gov.tw/at/begin.htm>)。

(B) 基本地質調查規範可參考大地工程調查作業準則(交通部國道新建工程局，1985)。

(3) 使用的工具或儀器

精密水準儀、航照判釋立體鏡、GPS、放射性定年儀(radiogenic isotope dating instruments)、全測站式經緯儀、地震儀等。

(4) 調查方法

活動斷層的調查一般可採用遙測影像判釋(remote sensing)、大地變形(tectonic deformation)測量、槽溝開挖(trenching)、第四紀定年(Quaternary dating)、構造地形(tectonic landforms)研判等方法。其中僅大地變形測量、槽溝開挖、第四紀定年等三項有涉及到需在現地進行的工作，分別略述如下：

(A) 大地變形測量

為掌握調查區域岩體的地殼變形資訊，可於調查區域設置全球衛星定位系統(GPS)連續觀測網，全年連續接收衛星資訊，以掌握地殼的變化。而利用GPS測量結果可以計算出區域地殼水平變化量、活動斷層位移量、位移速率，及活動斷層與大地構造等關係。

(B) 槽溝開挖

槽溝開挖研究為探討斷層活動性最佳且最直接的方法，本方法係於斷層可能經過的地點，開挖一深溝以露出地層剖面，藉由直接觀查斷層是否通過此一剖面，並量測斷層之精確位置、位態、斷層帶的寬度與組成物質特性，以及斷層上下盤岩層之變形狀況與錯動距離等。

(C) 第四紀定年

定年可以明確量化調查岩層的時間，從地層調查或堆積層中取得適當的定年材料送樣分析，進而提供大地構造變動與岩體抬升率推估的參考。在第四紀地層定年上使用最廣且最為大家所熟悉的方法就是C-14定年。不過C-14定年工作有時會受到定年材料取得困難的限制，而須考慮其他可能的替代方法。其他常用定年方法包括：熱螢光(TL)定年、電子自旋共振(ESR)、核飛跡(FT)定年、鈾系列(Uranium-series)定年、鈾趨勢(Uranium-trend)定年、Th-230定年、Be-10、Al-26及He-3定年、生物地層(biostratigraphy)之應用、古地磁地層(paleomagnetism)之應用、氨基酸地層(aminostratigraphy)之應用、鋇同位素地層(strontium isotope stratigraphy)之應用、樹輪(tree rings)之應用、湖輪(varves)之應用、風化殼(weathering rind)之應用、古土壤(pedogenic soil)之應用、崖地形擴散模式(diffusion model)之應用等。

(5) 現地檢查重點

前述的大地變形測量基本上較適用於大範圍的變形觀測，對處置場場址的活動斷層調查來說，比較不適用，只有槽溝開挖和第四紀定年才有可能在場址調查過程中採用。而第四紀定年主要是在實驗室內進行，在現地進行的只有採樣的活動，屬於槽溝開挖調查作業的一項活動。因而現地檢查重點包括下列：

- (A) 開挖的剖面，應有完整的觀察紀錄及照相存證，記錄項目可參考第4.2.1節第(4)項的說明。

- (B) 剖面上的地層界線、構造線、採樣點位等應利用可行精密測量方法，加以定位，測量數據需有完整記錄可供稽查。

- (C) 若有採樣分析的必要時，可參考第4.2.1節第(4)項(o)款辦理。

4.2.6 地殼抬昇及侵蝕速率

(1) 目的

最終處置設施的營運和監管期限加起來可能長達數十年或甚至百年以上的規模，為了確保處置設施在這個期間的安全性，除了需要評估斷層活動、火山活動、大規模的山崩等劇烈的地質作用可能在短期內造成劇烈的地殼變動之外，也需要考量其他地質作用在長期間內可能帶來的效應。由於地殼的擠壓、降雨、風化、河川等的綜合作用之下，會造成地殼的隆起、堆積、剝蝕等效應。本項調查工作的目的即是在於了解場址的抬昇或沉降速率，以作為場址長期效應的評估依據。

(2) 參考規範或標準

- (A) 交通部國道新建工程局，1985，基本地質調查規範可參考大地工程調查作業準則。
- (B) 國內針對活動斷層及地殼抬升的調查的經驗與現況，可參考經濟部中央地質調查所關於調查作業流程及方法等內容
(<http://fault.moeacgs.gov.tw/at/begin.htm>)。

(3) 使用的工具或儀器

精密水準儀、衛星影像分析相關設備、航照判釋立體鏡、GPS、放射性定年儀等。

(4) 調查方法

地殼抬升及侵蝕速率調查屬於岩體穩定性分析，國內針對地殼抬升與侵蝕速率之調查方法如下：

- (A) 數十年尺度大地變動：

大地測量是得到構造運動速率最直接的方式，無論是利用「水準點」、全球衛星定位系統(GPS)、遙測判釋等方法，可求取構造運動現今的變動速率（謝孟龍，2005）。

(B) 數百年以上尺度大地變動

對處置場區域地質的活動構造調查而言，從地形與地質獲得的資訊，若能提供溯及長時間達百年或千年尺度的地塊上升或沉降速率，將可幫助處置場評估遠場的安全性或建物結構設計的安全性。至於數十萬年至百萬年尺度長期地殼上升與侵蝕率的估計（例如利用結晶基盤岩的冷卻速率估計，多求得百萬年尺度的上升與剝蝕速率，適用於非常長期穩定的古老地體），目前技術無法準確的反映絕對上升速率。

(a) 地殼變動(crustal movement)與海水面升降(sea-level change)

就海岸附近地殼運動與海水面變動的關係，常可調查具備下列幾項要素的地質與地形證據，包括：(i)地質材料或岩層（含化石）生成的年代（由定年技術取得年代值）；(ii)前述證據與古海水面的位置（由現地調查古環境、古地形證據來取得高度差值）；(iii)當時古海水面相對今天海水面的位置（可根據國際公認的全球海水面變化趨勢推估）。則該證據現今高度足以計算地殼自古至今平均的上升或沈降速率。可定年的材料，如抬升的海階地，或海岸平原地下的濱海沈積物（含藤蒟、牡蠣、鑽孔貝等等或臨海沼澤植物群），可指示出古平均海水準。如上述化石若屬含碳的化石，可利用放射性碳同位素（碳十四）定年法得到年代值；若屬含鈾的化石，也可利用鈾同位素來定年（謝孟龍，2005）。

(b) 河階調查

大區域河流下切的岩盤，由河階地定年得知相對高度與年代的關係，可利用河流的下切速率來推算構造間「相對」的隆升速率，仍能提供定性且半定量的近期構造運動重要參數(謝孟龍，2005)。

(c) 侵蝕速率(erosion rates)

影響侵蝕速率的因素包括地形高差、海拔高度、坡面斜度、地表活躍的各種營力與風化作用。構造活動促進岩層的剝蝕、故計算河道與盆地低處的堆積速率、或利用岩石表面宇宙線曝曬等方式，都是目前常用來推估侵蝕速率的方法(Burbank and Anderson, 2001)。侵蝕速率的計算可推估地下坑道處置設施，在設施安全年限內，會否受到侵蝕速率影響而改變埋深深度或改變地下水文環境。

(5) 現地檢查重點

- (A) 河階或海階之階地高程水準量測(參考第4.1節說明)；
- (B) 自階地堆積層中尋找可定年之地質材料與化石，進行樣本採集，並記錄採集地位置及高度，送樣進行定年分析。採樣過程的管制，請參考第4.2.1節第(4)項(o)款說明。

4.2.7 地質災害與地質現象調查

(1) 目的

了解場址及其週邊地區的地質災害和可能致災地質現象的型態與分佈，並評估對場址設施可能造成的危害，以作為場址設施工程規劃設計與安全分析情境設定之分析基礎。

(2) 參考規範

(A) DOE, 2002. DOE Standard-Natural phenomena hazards, Site Characterization Criteria, DOE-STD-1022-94, U. S. Department of Energy, Washionton D. C. 31p..

(B) 經濟部中央地質調查所，2003，坡地環境地質災害敏感區判定作業準則，修訂五版。

(3) 使用工具或儀器

精密水準儀、衛星影像分析相關設備、航照判釋立體鏡、GPS、數位照相設備、傾斜儀、高度計。

(4) 調查方法

天然地質災害種類包括：與山坡環境地質有關的落石、淺層崩塌、深層滑動、土石流等；與天候降雨有關的颱風、龍捲風(twist or tornado)、水災或洪氾、暴雨或豪雨等；與異常海象有關的海嘯或全球氣候變遷有關的海水面上升或下降的長期變動；與地殼變動有關的活動斷層(active faulting)、活動褶皺(active folding)、地震、火山爆發等；以及其他地質現象如：惡地形(badland)、泥火山(mud volcano)、順向坡地形(dip slope)、河岸侵蝕、河道向源侵蝕(headward erosion)等，均為需要調查是否有危害處置場設施的可能性。根據經濟部中央地質調查所「坡地環境地質災害敏感區判定作業準則」（經濟部中央地質調查所，2003），有關地質災害調查的方法簡述如下：

(A) 資料蒐集

- (a) 地質與地形資料：地質圖、環境地質災害圖、相片基本圖、地形圖、衛星影像圖等。
- (b) 歷史災害記錄：詳述人員建物損傷情形，地質災害種類、時間、地點及範圍等資料。

(B) 室內判釋

- (a) 航照判釋取得巨觀之地質災害因子，如：形貌、水文特徵、植生、構造線型、與區域地質關係。
- (b) 地形圖判讀：可進行坡度分析，並提供地質現地查核之底圖，標示地質災害敏感區範圍。

(C) 野外查核

- (a) 地質圖判讀：了解地質災害形成之地質因子，觀察與地質災害相關的地質現象及成因證據。
- (b) 將場址範圍地質災害與地質現象的類型、分布、範圍、位置、相關岩層岩性、構造等資料詳細描述，作為劃分地質災害敏感區的依據。

(D) 彙整與分析

有關活動斷層及地殼抬升與侵蝕兩項的調查分析，已安排在第4.2.5節及第4.2.6節說明，以下將針對其他各類地質災害調查結果說明調查成果需要進一步分析的項目：

- (a) 地理位置與場址邊界上最低要求應為：

- 甲、 各類天然災害發生的源頭，以及天然災害分布範圍，至場址地理位置上的距離，必須明確估計。

- 乙、 場址邊界至各天然現象（包括潛在的天然災害來源，如河流、湖泊、海洋、火山、斷層、水壩、堤岸等）的距離必須標明。
- 丙、 地形圖應精確量測使場址範圍足以表明地形起伏的細節，同時也展現出天然現象的地貌、地表水文、地表地質乃至地下地質特性，如水系、渠道、崩坍、沈陷等。

(b) 與天候降雨有關條件

- 甲、 颱風、龍捲風、洪氾、暴雨等
- 乙、 結合超大水體、洪氾區、洪氾頻率、颱風頻率、海岸地形等資料綜合研析颱風的長期影響性。
- 丙、 海嘯、長浪、水體蕩漾(seiche)等
- 丁、 靠海岸的場址設施須考量與海洋地震及海浪波動有關的記錄、成因、頻率及歷史資料分析。
- 戊、 肇因於水文因素之天然災害，請參考表4-3。有關水文調查方法的說明請另參考第4.5節和第4.6節。

(c) 與地震相關的災害現象

岩盤震動、構造位移、結構體及岩盤破裂、土壤液化、差異沈陷、地滑、地震引發的洪氾、火山活動導致的地震則伴生火山噴發作用相關災害。關於活動構造的調查可參考4.2.5節所述，關於震源、地震帶等地震相關調查與分析，參考後續章節所述。

(d) 火山活動相關的災害現象

- 甲、 火山帶的分佈可從區域地質文獻回顧來瞭解與場址位置的關係。對於非第四紀火山帶鄰近區域的場址，火山活動非天然災害調查目標。若場址所在位置，鄰近第四紀火山帶（如台

灣北部至東北部，以及台灣東南部），火山活動的再現性與伴生地質災害為不可或缺的調查項目。

乙、 與火山活動相關的地質災害包括：熔岩流(lava)、火山渣(cinder)及火山灰(volcanic ash)堆積、火山角礫(volcanic breccia)崩瀉堆積、火山泥流(lahar)及洪氾(flooding)、噴發作用伴生的地震、地形變形、海嘯、火山雲(nuee ardente)、火山氣與酸雨等對大氣層的影響等。因此相關地質調查應調查並記錄上述災害的分佈與場址的距離，對火山活動定年工作進行採樣，以提供評估火山活動對場址影響的依據。

(e) 與邊坡穩定或岩盤/土層穩定相關的災害現象

甲、 應調查過去相關地質災害的位置（如古崩塌地、古滑動面、地層弱面等）、分析災害發生的年代、減低地層或土層強度與穩定性的地下水文變化因素等。

乙、 與落石、地滑等有關之地質災害區的邊坡穩定調查，其調查內容包括：影響邊坡穩定的陡坡的土層及岩層剖面調查；土層與岩層的岩石力學特性及地下水文變化條件；以及孤懸的突岩或塊體數量與分佈。

丙、 地層下陷

因岩盤震動或地下水文條件改變，導致岩層或土層壓密程度或孔隙水飽和度的改變，可能致使地層差異沈陷，進而影響場址設施，可由大地工程相關現地或室內試驗取得參數來評估。因此，現地調查主要重點在調查特殊岩性分佈（如鹽岩、蒸發岩、過度抽取地下水的含水層等），或岩層的不均質性（如含油氣、礦體、或過去開挖的坑道等），或活動構造等因素導致的差異沈陷位置及成因分析。

丁、 土壤液化

探討可能發生土壤液化的因子（跟地震因素有關或跟土壤含黏土量有關），除調查土層過去發生液化的紀錄與位置，可採樣分析土壤特性（黏土密度、粒徑分析、種類與含量等），並參考標準灌入試驗結果來評估。

(5) 現地檢查重點

地質災害與地質現象調查的現地活動大致上牽涉到現地的定位、觀察、採樣、記錄等，其檢查重點建議可採用第4.2.1節第(5)項所列項目。

表 4-3、水文相關天然災害及潛在肇因來源分析表

水文相關天然災害	潛在肇因來源
洪氾	降雨、融雪、土石或冰雪阻塞、快速（火山）堆積
壩體破壞	地震、洪氾、火山、地滑、結構破壞
堤岸破壞	地震、洪氾、結構破壞、向源侵蝕破壞、地滑、火山活動
漫地流	降雨、逕流量、積水
海嘯	地震
波浪震盪	地震、風
暴雨	颱風
海浪	風、海嘯
地下水	降雨、積水、洪氾、過度抽取地下水
土石流	火山、地震、颱風、降雨
沈陷導致洪氾	海水倒灌

資料來源：DOE, 2002, Natural Phenomena Hazards Site Characterization Criteria, DOE Standard No. 1022-94.

4.3 氣象觀測

(1) 目的

蒐集場址範圍內之風速、風向、降水量、溫度、氣壓、相對濕度、蒸發量、日照時數、日照射量及全天空輻射等氣象參數，以作為場址環境參數、水文參數、水文地質模式等分析工作的基礎，並可以進一步作為工程規劃設計、場址安全分析的輸入參數。由於台灣地區乾濕季節非常明顯，且夏季常受颱風影響，因此其最小觀測期程需為一年。

(2) 參考規範或標準

交通部中央氣象局，1986，地面氣象測報作業規範

(3) 使用的工具或儀器

風速/風向儀、溫度/濕度儀、雨量儀、蒸發皿及蒸發水位儀、全天輻射儀、大氣壓力儀、日照射量儀、日照時數儀。

(4) 觀測工作概要

- (A) 監測資料下載擷取；
- (B) 採用每日逐時監測資料分析統計24筆資料，每筆資料代表每一正點前10分鐘期間每15秒間隔量測之平均值；
- (C) 由每日24筆風速/風向資料計算日平均值、日最大值、日最小值；
- (D) 由每日統計資料計算月平均值、月最大值、月最小值；
- (E) 編製監測資料統計圖表。

(5) 現地檢查重點

- (A) 監測資料下載作業，應一併觀察各項監測儀器是否正常運轉。

- (B) 各項監測儀器應有按既定計畫實施必要的維護作業，以確保各項監測儀器可正常運轉。

- (C) 監測資料下載及維護均應有完整記錄可查。

4.4 地震觀測

用來描述場址的地震特性或參數可包括地震觀測記錄、歷史地震記錄、地震目錄、活動構造評估、地震衰減律、地震危害度曲線、設計地震等(詳表 4-4 說明)。收集歷史地震資料及建立地震目錄建立是後續相關分析的基礎工作，地震目錄之建置牽涉到規模轉換、前震及餘震之去除及地震目錄的完整性分析。而在進行地震危害度分析前需要有充足的地球科學資訊以評估斷層活動性以及各類震源的特性參數，因此必須蒐集地質資料，並針對活構造進行研究並評估其發震潛能。利用地震目錄及其他潛在震源之資料，配合地震衰減律即可進行地震危害度分析(Seismic hazard analysis)及後續的設計地震(Design earthquake)研擬。

表 4-4、地震觀測所需參數一覽表

地震觀測及分析之工作內容	需獲取的場址特性或參數項目	參考規範
地震站觀測資料蒐集與分析	地震觀測記錄(三方向的地震振動歷時)	Terra Technology Corp., 1992 Terra Technology Corp., 1993 Terra Technology Corp., 1994a Terra Technology Corp., 1994b
	歷史地震記錄(Historical earthquake)	10 CFR Part 100、 NUREG/CR-6372、 NUREG/CR-6606
	地震目錄(Earthquake catalog)	
區域地質資料蒐集與分析	活動構造評估(Active tectonic research)	
地震觀測資料整理與分析	最大規模與震度(Maximum magnitude/intensity)	
	最大地震加速度(Peak ground acceleration)	
	地震衰減律(Attenuation law)	
	地震危害度曲線(Seismic hazard curve)	
	設計反應譜(Design spectrum)	

以上所述的地震調查和分析的工作內容主要是在室內進行的分析工作為主，其中需要在現地進行的工作僅有現地的地震觀測作業。地震觀測可以用來取得地震發生的震央、深度、時間及規模等基本參數，補強缺乏背景地震地區的地震目錄。除此之外，地震觀測所得地震歷時亦可提供相關震源參數分析，檢驗衰減公式及研究場址效應。以下將就地震觀測之分別說明調查/試驗目的、參考規範或標準、使用的工具或儀器、現地工作概要，及現地檢查重點等。

(1) 目的

利用速度型、加速度型或位移型地震儀，記錄地表或地下之振動歷時(time history)，提供地震安全評估(seismic safety evaluation)及場址振動分析(seismic shaking analysis)之用。

(2) 參考規範或標準

- (A) Terra Technology Corp., 1992, IDS-3602 Integrated Digital Seismograph.
- (B) Terra Technology Corp., 1993, Accelerator III/A-900 Operation and Maintenance Manual.
- (C) Terra Technology Corp., 1994a, Accelerator III/A-900A Operation and Maintenance Manual.
- (D) Terra Technology Corp., 1994b, IDS-3602A 16 Bit Digital Seismograph.

(3) 使用的工具或儀器

速度型地震儀、加速度型地震儀、位移型地震儀、寬頻地震儀

(4) 現地工作概要

- (A) 儀器選擇

依現地狀況及地震觀測需求而定，通常以加速度型地震儀設站監測，若需記錄較微小地震則可利用速度型地震儀進行觀測，亦可以加速度型地震儀加連速度型感應器。地震儀應具備三向資料記錄能力。

(B) 測站設置

觀測站應設於穩定堅固地點，若非岩盤基座則需要設置水泥座台，水泥基座面積1平方公尺，深度100公分以上，基座儀器設置需完全水平及錨定。避免噪音及雜訊干擾，適當的調整儀器靈敏度，儀器水平及方向需特別注意調整。設置儀器數量及測網幾何視需求設計。設站過程建議核對下列各項：

- (a) 檢查地震儀電源及運作燈號，確認是否有停電、短路、參數異常、記憶體溢滿等問題。
- (b) 衛星時間及儀器設定參數是否正常且一致。
- (c) 地震儀是否有輕量外層結構給予適當保護，外層結構須具備一定保護功能，但不得過於厚重導致結構物與地面產生互制干擾地震儀記錄功能。
- (d) 地震儀布設位置是否離建築物一定距離，以免受到干擾。
- (e) 檢查GPS天線、通訊天線及太陽能板等設施與感測器之距離，若過近則有收錄風吹引起雜訊之顧慮。
- (f) 檢查地震儀之接地狀態，地震儀須有良好接地以避免雷擊及其他電磁干擾。
- (g) 如測站附近有工程施工、積水等現象須加強檢查維護次數或頻率。
- (h) 進行人工trigger，觀察儀器是否正常記錄。

(C) 資料下載及記錄參數校驗

儀器裝設之初應隔一個月即進行下載，並須同時確認儀器運作正常。儀器運作穩定之後，可每三個月至站址下載資料(得視情況增加次數)和實施必要的維護工作，現場儀器資料下載和儀器檢查維護過程均應登錄於工作記錄表，檢查維護的工作內容建議至少包括下列：

- (a) 檢查地震儀電源及運作燈號，確認是否有停電、短路、參數異常、記憶體溢滿等問題。
- (b) 衛星時間及儀器設定參數是否正常且一致。
- (c) 進行人工trigger，觀察儀器是否正常記錄。

(5) 現地檢查重點

- (A) 儀器之初始校驗及例行校驗是否觀測計畫預定日期確實實施。
- (B) 各項資料下載和檢查維護記錄是否完整填寫、保存。
- (C) 確認衛星時間及儀器設定時間參數需一致及觀察儀器。

4.5 地表水文調查

地表水文和地下水文兩者皆為探討水文特性或水文循環分析所不可或缺的。需要用來描述一個場址的地表水文特性或參數項目及其獲取的方式或來源請參考表 4-5 說明。其中涉及現地調查工作的部分，除了氣象觀測數據的獲取已在第 4-3 節說明之外，其他的部分計包括(1)地文特性或參數的現地查核、(2)地表水資源利用現況的訪查、(3)溪流逕流量現地觀測，分別說明如下：

表 4-5、場址地表水文調查分析需要涵蓋的特性或參數項目及其獲取方式

資料獲取方式	地表水文特性或參數
來自氣象觀測數據及氣象觀測數據的分析	包含降雨、蒸發量、蒸散量、氣溫、氣壓等(詳第 4.3 節說明)氣象觀測數據，以及降雨特性分析(含降雨頻率和降雨強度之分析)。
來自地形圖分析或航照判釋分析	集水區的地文特性，包含集水區的幾何參數(分區邊界、形狀、長度、面積)、排水路線、地面植被(或土地利用型態)、排水設施的分佈與型式等，以及各種地表水體的分布和幾何參數(含邊界、形狀、長度、面積)。
來自文獻蒐集和現地查訪資料的分析	地表水資源的利用狀況(包含水權登記、取水位置、取水量、取水用途等)。
來自前述資料的綜合分析	主要為集水區之逕流量(適用於集水區小於 1000 公頃的情況)、逕流係數及集流時間等的估算。
來自現地觀測數據的分析	溪流逕流量現地觀測和河川逕流量觀測數據(適用於集水區大於 1000 公頃的情況)蒐集與分析。

4.5.1 地文特性或參數的現地查核

(1) 目的

透過地表勘查的活動以查對或修正由地形圖分析或航照判釋分析所獲取的集水區的地文特性或參數(項目請參考表4-5)。

(2) 參考規範或標準

易任、王如意，1987，應用水文學上冊及下冊，第3、11及14章，國立編譯館出版。

(3) 使用的工具或儀器

GPS(定位地用工具)、紅外線測距儀、皮捲呎

(4) 現地工作概要

根據地形圖分析或航照判釋分析的結果，於現地進行查證，以修正在地形圖(或航空照片)和現地實際情況已有變動的項目(以土地利用現況、排水設施、水體的邊界和面積等變動為主)，或是補充由地形圖或航空照片上不易獲得的參數，例如小溪流的寬度或排水設施尺寸。

(5) 現地檢查重點

現地檢查的實施可擇下列一種方式實施：

- (A) 抽查已完成勘查的路線，進行實地勘查，以確認勘查記錄填寫的正確性與完整性。
- (B) 抽查需要進行查核的路線，在進行實地勘查的過程中，需觀察勘查記錄填寫的正確性與完整性。

4.5.2 地表水資源利用現況訪查

(1) 目的

了解場址及其鄰近地區的地表水資源利用現況，包括用水來源、取水位置、取水量、用途等。

(2) 參考規範或標準

易任、王如意，1987，應用水文學上冊及下冊，第3、11及14章，國立編譯館出版。

(3) 使用的工具或儀器

皮捲呎、pH/EC meter。

(4) 現地工作概要

(A) 水權登記資料查詢

至當地水權登記的主管機關(通常是縣政府建設局水利課)直接查詢場址所在的鄉鎮的地表水水權登記資料，以確認已有水權登記的引水設施的位置與類型、取水量、所有權人等。

(B) 現地訪談

以當地聚落的居民、地上作物所有權人為訪談對象，蒐集被訪談對象的用水來源、蓄水設施、取水設施位置等資料。

(C) 取水勘查

根據前述(A)、(B)兩項的查詢與訪談結果，實地進行查證，以及進行取水設施與蓄水設施的現況調查。調查的內容包含設施的位置座標、引水方式、引水渠道尺寸或引水管(或配水管)的管徑、日引取量估算、蓄水量等，再以pH/EC meter檢測其水質參數。如勘查發現有登記以外且不屬於訪談得知的取水設施，可利用其配水管線追蹤其蓄水設備和使用人。

(5) 現地檢查重點

(A) 確認水權登記資料以蒐集完整且各項訪談紀錄已完整填寫。

- (B) 隨機抽選地表用水的訪談和勘查記錄，實地勘查以確認記錄填寫的過程符合場址調查計畫的規定。

4.5.3 溪流逕流量現地觀測

(1) 目的

實地觀測場址及其週邊地區的溪流逕流量，以作為地表逕流估算、水平衡分析的驗證依據。

(2) 參考規範或標準

NIEA W021.51C(水堰法水量測定方法)

(3) 使用的工具或儀器

直角三角堰。

(4) 現地工作概要

(A) 觀測地點勘選及三角堰設置

選定適當的觀測地點，並設置觀測用的直角三角堰。

(B) 水頭零點水位測定

當渠道中之水面正好接觸到堰頂時，讀取水頭測定裝置上觀測井(筒)內刻度尺之刻度，此即為水頭零點水位測定值。若觀測井(筒)為玻璃管柱時，可直接將刻度尺上之零點與上述水面對齊即可。

(C) 水頭之測定

測定流量時，直接讀取小觀測井(筒)內刻度尺之刻度，計算此讀值與水頭零點水位測定值之差值，即為水頭。

(D) 逕流量計算

$$\text{流量}(Q, \text{CMS}) = K \times h^{5/2} \text{ (式一)}$$

式一中K為流量係數、h為水頭(m)；K值的計算如下：

$$K = 81.2 + 0.24/h + (8.4 + 12/\sqrt{D})(h/B - 0.09)^2 \text{ (式二)}$$

式二中B為渠道寬度(m)、D為渠道底面至堰頂之垂直距離(m)。

(5) 現地檢查重點

(A) 水頭值須小於或等於渠道寬度之1/3(即 $h \leq B/3$)。

(B) 量測紀錄的填寫項目觀測頻率是否符合場址調查計畫的規定。

4.6 地下水文調查

地下水文特性的描述包含了地下水資源利用現況未飽和層和飽和層兩部分，而屬於需要透過現地調查/試驗活動獲取的參數項目請參考表4-6。其調查/試驗方法分別說明如後。

4.6.1 地下水資源使用現況調查

(1) 目的

提供現有水井的分佈井況、井徑、井深、抽水量(或用水量)、用水目的、地下水位、基本水質參數，及水權登記等地下水資源利用分析所需要的資訊。

(2) 參考規範或標準

Freeze, R. A. and Cherry J. A., 1979, Groundwater, Chapter 8:Groundwater Resource Evaluation, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

(3) 適用的工具或儀器

GPS、蜂鳴式水位計、井深計、pH/EC meter、貝勒管(Bailer)。

(4) 現地工作概要

(A) 水權登記資料查詢

至當地水權登記的主管機關(通常是縣政府建設局水利課)直接查詢場址所在的鄉鎮的地下水井水權登記資料，以確認已有水權登記的水井、所有權人、抽水量、及水井的規格等。

表 4-6、地下水文調查所需參數一覽表

參數名稱	參考規範	參數應用	
地下水資源利用現況	註2	水井位置分佈、地下水位、井徑、井深、用水目的、抽水量及基本水質	
未飽和層	入滲量 (Infiltration Rate)	ASTM-D3385-03	水文平衡分析
	毛細水力傳導係數 (Capillary Hydraulic Conductivity)	ASTM-D2434-68	入滲行為分析
	含水量 (Water Content)	ASTM-D3017-04	
	張力頭 (Suction Head)	註1	
飽和層	地下水位 (Groundwater Level)	註2	研判流向及計算流速
	水力梯度 (Hydraulic Gradient)	註2	計算流速
	地下水流向 (Flow Direction)	註3	研判地下流入區與流出區
	地下水平均流速 (Darcy Velocity)	達西定律	計算流量
	水力傳導係數 (Hydraulic Conductivity)	1.ASTM-D4631-95(適用低透水性岩層) 2.USB-7310-89(適用較高透水性岩層或土壤層)	計算流速與流量
	傳輸係數 (Transmissivity)	ASTM-D4050-96 ASTM-D4105-96 ASTM-D4106-96	計算含水層蘊藏量
	貯水係數 (Storage Coefficient)	ASTM-D4050-96 ASTM-D4105-96 ASTM-D4106-96	
	延散度 (Dispersivity)	註2	分析溶質擴散機制
擴散係數 (Dispersion Coefficient)	註2		

註1: Richards, S. J., 1965, Soil Suction Measurements with Tensionmeters, in Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

註2: Freeze, R. A. and Cherry J. A., 1979, Groundwater, Chapter 2 and Chapter 8, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

註3: Fetter C. W., 1981, Determination of the Direction of Groundwater Flow, Ground Water Monitoring Review, Vol.1, No.3, pp28-31, 1981.

(B) 水權登記資料查詢

至當地水權登記的主管機關(通常是縣政府建設局水利課)直接查詢場址所在的鄉鎮的地下水井水權登記資料，以確認已有水權登記的水井、所有權人、抽水量、及水井的規格等。

(C) 現地訪談

以當地聚落的居民、地上作物所有權人為訪談對象，蒐集被訪談對象的用水來源、蓄水設施、取水井位置等資料。

(D) 水井勘查

根據前述(A)、(B)兩項的查詢與訪談結果，實地進行查證，以及進行水井與蓄水設施的現況調查。調查的內容包含水井的位置座標、井況觀察、井徑、井深、井體結構、抽取方式、日抽取量估算、蓄水量等。再以pH/EC meter檢測其水質參數並量測地下水位(另參考4.5.3.1節)。如勘查發現有登記以外且不屬於訪談得知的水井，可利用其配水管線追蹤其蓄水設備和使用人。

(5) 現地檢查重點

(A) 確認水權登記資料以蒐集完整且各項訪談紀錄已完整填寫。

(B) 隨機抽選水井的勘查記錄(或需建立記錄的水井)，實地勘查以確認記錄填寫的過程符合場址調查計畫的規定。

4.6.2 未飽和層參數

未飽和層地下水傳輸參數試驗包括：入滲量、含水量、張力頭等。以下分別就各項試驗進行說明。

4.6.2.1 入滲量試驗

(1) 目的

獲取指定地點的地表土壤層的入滲容量。

(2) 參考規範或標準

ASTM D3385-03, Standard Test Method for Infiltration Rate of Soils in Field Using Double-Ring Infiltrometer, Annual Book of ASTM Standard: Part 19-Natural Building Stones; soil and Rock. 6pp.

(3) 使用的工具或儀器

衛星定位儀(GPS)、雙環入滲計 (Infiltrometer)

(4) 現地工作概要

- (A) 根據地質圖(岩層類別劃分)或土壤圖(土壤類別的劃分)，選定適當的試驗位置，並以衛星定位儀(GPS)測定試驗地點的座標。
- (B) 於現地安裝雙環入滲儀，以同心圓方式放置兩個金屬圓筒，外筒直徑約為內筒直徑的一倍。
- (C) 灌入約6~8公分深的水量於內環及外環中，記錄每段時距之水位變化，同時採注水方式以保持內、外環之水面等高。

(5) 檢查重點

(A) 尚未進行試驗的地點

實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定。

(B) 已完成試驗地點

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，如果有異常的數據，可要求於相同地點重複進行相同試驗工作。

4.6.2.2 含水量試驗

(1) 目的

獲取指定地點的地表土壤層的含水量。

(2) 參考規範或標準

ASTM D3017-04, Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth), Annual Book of ASTM Standard: Part 19-Natural Building Stones; soil and Rock. 6pp.

(3) 使用的工具或儀器

中子土壤含水量測試儀

(4) 現地工作概要

(A) 根據地質圖(岩層類別劃分)或土壤圖(土壤類別的劃分)，選定適當的試驗位置，並以衛星定位儀(GPS)測定試驗地點的座標。

(B) 利用挖土器 (Auger) 挖掘至擬測定之土壤深度後，將裝有快速中子源及一慢速中子檢定器之鋁製測桿，深入土層。藉由快速中子輻射於土層內與土壤水份中之氫原子核碰撞，能量消散而變為慢速中子；經檢定器接受後，由計數儀記錄被土壤水份所消散之慢速中子，並自動換算為土壤水份含量。須注意每執行一深度的測定後，儀器必須再加以校準。

(5) 現地檢查重點

(A) 尚未進行試驗的地點

實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定。

(B) 已完成試驗地點

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，如果有異常的數據，可要求於相同地點重複進行相同試驗工作。

4.6.2.3 張力頭量測試驗

(1) 目的

獲取指定地點的地表土壤層水份基質之勢能。

(2) 參考規範或標準

Richards, S.J., 1965, Soil Suction Measurements with Tensionmeters, Chapter 9, Methods of Soil Analysis, Part 1- Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and sampling, American Society of Agronomy, 1965, pp 153-164.

(3) 使用的工具或儀器

張力計(Tension-meter)

(4) 現地工作概要

(A) 根據地質圖(岩層類別劃分)或土壤圖(土壤類別的劃分)，選定適當的試驗位置，並以衛星定位儀(GPS)測定試驗地點的座標。

(B) 利用挖土器 (Auger) 挖掘至需測定之土壤深度 (一般為30、60、90公分三種) 後, 先將張力計尾端多孔陶杯潤濕, 並儘量抽除管中之空氣。將充滿水之張力計置於不同深度之土層中, 經一段時間後, 由尾端多孔陶杯流出之水份與土壤水份產生水力平衡, 此時吸水頭值將可由張力計上之壓力計讀取, 試驗時須注意張力計的管內應儘量不產生氣泡。

(5) 現地檢查重點

(A) 尚未進行試驗的地點

實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定。

(B) 已完成試驗地點

檢查試驗記錄的填寫是否完整, 比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍, 如果有異常的數據, 可要求於相同地點重複進行相同試驗工作。

4.6.3 飽和層參數

4.6.3.1 地下水位觀測

(1) 目的

量測觀測井內地下水位值、製作等水位圖及計算水力梯度與流速。

(2) 參考規範或標準

Freeze, R. A. and Cherry J. A., 1979, Groundwater, Chapter 2 :Physical Properties of Aquifer, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

(3) 使用的工具或儀器

蜂鳴式水位計

(4) 現地工作概要

量測人員利用蜂鳴式水位計量測觀測井孔中地下水位值至小數點第二位，重覆前述動作三次，確認量測無誤後，由現場人員記錄於現地工作記錄簿中。

(5) 現地檢查重點

地下水位量測須重覆量測動作三次，讀值有無至小數點以下兩位，並計算平均值。

4.6.3.2 地下水傳輸參數及含水層參數

(1) 目的

飽和層地下水傳輸參數和含水層參數包括：水力傳導係數(K)、傳輸係數(T)、貯水係數(S)等，這些參數的獲取，可在特定地點以一或多個水井或水文觀測井，透過注水或抽水的行為，同時紀錄觀測井內注水量或抽水量(Q)-水壓(P)-時間(t)變動的數據後，可作為獲取水力傳導係數計算所需的輸入參數，而且在正確的試驗條件和設備安裝配合之下，取得的數據並可進一步計算特定含水層的傳輸係數和貯水係數。

(2) 參考規範或標準

(A) 水力傳導係數(K)

(a) 適用於較低透水性的岩層($K \leq 10^{-7}$ cm/sec)：

ASTM D4631-95, Standard Test Method for Determining Transmissivity and Storativity of Low Permeability Rocks by In Situ Measurements Using Pressure Pulse Technique.

(b) 適用於較高透水性的岩層或土壤層($K > 10^{-7}$ cm/sec) :

USBR 7310-89, Procedure for Constant Head Hydraulic Conductivity Tests in Single Drill holes.

(B) 傳輸係數(T)和儲水係數(S)

(a) ASTM D4050-96, Standard Test Method (Field Procedure) for Withdrawal and Injection Well Tests for Determining Hydraulic Properties of Aquifer Systems

(b) ASTM D4105-96, ASTM D4105-96 Standard Test Method (Analytical Procedure) for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Nonleaky Confined Aquifers by the Modified Theis.

(c) ASTM D4106-96, Standard Test Method (Analytical Procedure) for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Nonleaky Confined Aquifers by the Theis Nonequilibrium Method

(3) 使用的工具或儀器

封塞(Packer)、壓力感應計、資料記錄器(Data logger)

(4) 現地工作概要

(A) 依照場址地質研判或調查的結果、場址地質鑽探孔位的規劃、鑽探岩心柱狀圖、井體結構等，選定試驗地點，並決定試驗區段和標的(岩層孔隙或裂隙結構)、試驗目的與採用的試驗方法(單井或多井、抽水或注水)等，以擬訂試驗計畫。

(B) 依照試驗計畫佈置試驗設備，包含紀錄時間(t)-水壓(P)或水位(h)-水量(Q)用的量測儀器和資料記錄器(Data logger)、井架、捲揚機、抽水或注水用馬達、封塞(Packer)、抽水或注水管、訊號傳輸線等。完成

後應先行檢查各項設備的安裝是否符合試驗計畫的規定，並測試各項設備是否能正常運轉。

- (C) 依照試驗計畫進行試驗，過程中需觀察各項設備是否正常運轉，有失效時應加以調整並從新試驗。試驗完成後，需先行檢查各項試驗數據是否已完整紀錄。如有遺失的數據應評估試驗是否有效，如屬無效時，應檢討原因，調整後再重新試驗。
- (D) 確認試驗完成後，方可進行同一井位的下一個區段試驗工作。同一井位的試驗全部完成後，才可將試驗設備撤收。

(5) 檢查重點

- (A) 試驗計畫需先行檢討以確認可達到試驗目的。
- (B) 水壓(或水位)、水量等量測用儀器，其使用應在有效檢驗期內。
- (C) 試驗使用封塞設備時，應先進行測漏，以確認設備可正常使用。
- (D) 試驗紀錄項目的填寫應完整，且應符合試驗計畫的規定。

4.6.3.3 飽和層延散度及擴散係數

(1) 目的

取得溶質(Solute)擴散機制(包含延散度和擴散係數)分析所需要的數據。擴散係數即所謂之水力擴散係數(Hydraulic Dispersion Coefficient, D)，與延散度(α)之間可用一直線關係表示： $D=V\times\alpha+D_m$ ，V為達西流速(Darcy Velocity)， D_m 為分子彌散係數(Molecular Diffusion Coefficient)。

(2) 參考規範或標準

- (A) G. E. Grisak and R. E. Jackson, 1978, An Appraisal of the Hydrogeological Process Involved in Shallow Subsurface Radioactivity

Waste Management in Canadian Terrain, Scientific Series No.84, Inland Waters Directorate, Fisheries and Environment Canada.

- (B) D. Klotz, K. P. Seiler, H. Moser, and F. Neumaier, 1980, Dipersivity and Velocity Relationship from Laboratory and Field Experiments, J. of Hydrology, Vol.45, p.169-184.
- (C) M. T. van Genuchten, 1980, Determining Transport Parameters from Solute Displacement Experiments, Research Report No.118, U.S. Salinity Laboratory.

(3) 使用的工具或儀器

雙封塞、電導度(EC)計或追蹤劑濃度分析儀、資料記錄器(Data logger)。

(4) 現地工作概要

- (A) 依照場址地質研判或調查的結果、場址地質鑽探孔位的規劃、鑽探岩心柱狀圖、井體結構等，選定試驗地點，並決定試驗區段和標的(岩層孔隙或裂隙結構)、試驗目的與採用的試驗方法(單井或雙井、自然梯度或強迫梯度)等，以擬訂試驗計畫。
- (B) 依照試驗計畫佈置試驗設備，包含紀錄時間(t)-追蹤劑濃度(C)-水量(Q)用的量測儀器和資料記錄器(Data logger)、井架、捲揚機、抽水或注水用馬達、封塞(Packer)、抽水或注水管、訊號傳輸線等。完成後應先行檢查各項設備的安裝是否符合試驗計畫的規定，並測試各項設備是否能正常運轉。
- (C) 依照試驗計畫進行試驗，過程中需觀察各項設備是否正常運轉，有失效時應加以調整並從新試驗。試驗完成後，需先行檢查各項試驗數據是否已完整紀錄。如有遺失的數據應評估試驗是否有效，如屬無效時，應檢討原因，調整後再重新試驗。

(5) 現地檢查重點

- (A) 試驗計畫需先行檢討以確認可達到試驗目的。
- (B) 水壓(或水位)、電導度計或其他種類追蹤劑濃度等量測用儀器的校正，其使用應在有效檢驗期內。
- (C) 試驗使用封塞設備時，應先進行測漏，以確認設備可正常使用。
- (D) 試驗紀錄項目的填寫應完整，且應符合試驗計畫的規定。壓力感應計校正記錄。
- (E) 追蹤劑的選擇須符合法令規定。

4.7 大地工程調查

大地工程調查所需獲得參數如表 4-7 所示，而各項參數的獲取方式可能的方式則有三種途徑：(1)藉由現地取樣(如薄管或劈管)或鑽探岩心取得試驗樣品，再送至實驗室依既定規範進行分析；(2)直接在當地選擇適當地點，依既定規範進行現地試驗取得試驗參數；(3)綜合實驗室和現地試驗所獲取的參數，以及地質調查的觀察記錄，再按既定的規範進行分析以獲取其他衍生的特性或參數(例如基礎承载力分析、邊坡穩定性分析、岩體分類、岩體變形分析等)。前述三種類型的活動，僅(1)、(2)兩項有涉及現地作業，第(3)項則是在室內進行。以下將分別說明(1)、(2)兩項的工作內容又可區分為土壤和岩石採樣、地表現地試驗、孔內試驗等三種類型，分別說明如下：

4.7.1 土壤和岩石採樣

(1) 目的

提供室內試驗所需樣品，及地質岩心判釋之用。取樣方法計有：土壤劈管取樣、土壤薄管取樣及岩心取樣等三種。

(2) 調查/試驗參考規範或標準

- (A) ASTM D1586-99 Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils.
- (B) ASTM D1587-00 Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes.
- (C) ASTM D2113-99 Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation.

(3) 使用的工具或儀器

鑽機、劈裂管、薄管取樣器、岩心取樣管等。

表 4-7、大地工程調查所需參數一覽表

參數名稱	參考規範或標準	參數目的
土壤分類 (Soil classification)	ASTM D2487、CNS 12387	土壤工程特性描述
土壤一般物理性質試驗	ASTM、CNS	土壤穩定分析參數
土壤壓密試驗 (Consolidation test)	ASTM D2435、CNS 12239	基礎沉陷分析參數
土壤三軸強度(Triaxial compression strength)	ASTM D4767、ASTM D2850	基礎承载力或邊坡穩定性分析參數
土壤直接剪力 (Direct shear strength)	ASTM D3080、CNS A3253	地盤穩定分析參數
土壤夯實試驗 (Compaction test)	ASTM D1556	控制填土壓實度品質
平板載重 (Plate loading test)	ASTM D1194	礎承载力設計參數
標準貫入試驗(SPT)	ASTM D1586	基礎設計、液化分析參數
電子式圓錐貫入試驗 (Cone penetration test)	ASTM D3441	
岩石一般物理性質試驗	ISRM(1981)	岩體穩定性分析參數
岩石抗風化能力 (Slake durability test)	ASTM D4644	骨材可行性評估與岩體穩定性分析參數
岩石單軸壓縮強度 (Uniaxial compression strength)	ASTM D2938、ISRM(1981)	岩石強度與岩體分類參數
岩石三軸強度(Triaxial compression strength)	ASTM D2664、ISRM(1981)	岩體穩定分析用參數
岩石張力強度 (Tensile strength)	ISRM(1981)	
岩石剪力強度 (Shear strength)	ASTM D5607、ISRM(1981)	
岩石變形模數 (Deformation modulus)	ASTM D3148、ISRM(1981)	岩體變形分析用參數
岩體動態模數 (Dynamic elasticity modulus)	ASTM D2845、ISRM(1981)	
岩石點荷重試驗 (Point load test)	ASTM D5731、ISRM(1985)	岩石強度參數

表 4-7、大地工程調查所需參數一覽表(續)

參數名稱	參考規範或標準	參數目的
岩石硬度 (Rock hardness)	ISRM(1985)	開挖機具準備評估用參數
膨脹試驗(Swelling test)	ISRM(1985)	隧道穩定性與基礎沉陷分析用參數
岩體分類 (Rock classification)	註1、註2	
孔內壓力與剪力波量測 (Suspension PS logger)	註3	現地土壤或岩體變形參數
孔內變形試驗 (Borehole deformation test)	ASTM D4971	岩體變形參數
現地應力量測 (In-situ stress test)	ASTM D1586、ASTM D4623	隧道開挖安全性與設計適宜性評估

註1：Bieniawski, Z. T., 1989, Engineering rock mass classifications- a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering, John Wiley & Sons, USA..

註2：Barton, N., 2002, Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 39, pp185-216.

註3：陳銘鴻、李榮瑞，2003，懸盪式井測資料擷取系統之介紹及說明，地工技術98期。

(4) 現地工作概要

(A) 劈管取樣

以打擊方式將劈管取樣器打入鑽孔內未受擾動之土層中取樣。取樣器取出後立即將樣品封臘包裝，避免水氣蒸發，並在樣品外以標籤標示土樣說明。

(B) 薄管取樣

利用鑽機油壓系統連續穩定地將薄管取樣器壓入土層中取樣，取樣器從鑽孔內拔出前應先旋轉2圈以上，使土樣於薄管下端處剪斷，取

樣器拔出後應將薄管壁上端清理並放入墊板，再以石臘封閉，並於薄管外壁貼上標籤註明取樣長度、樣品編號、取樣深度等記錄。

(C) 岩心取樣

岩心取樣應以三套岩心取樣管進行，取出岩心應放入岩心箱內，未取得樣品之處應以保麗龍嵌入。每一岩心箱應標明工程名稱、孔號、鑽探日期、取樣深度、岩心箱號等。

(5) 現地檢查重點

- (A) 樣品取出後是否有以保鮮膜包紮密實後再加以封蠟處理，以保護含水量不喪失。
- (B) 樣品試體是否有做適當標示，包括工程名稱、取樣日期、孔號、取樣深度、取樣長度、取樣人員等。
- (C) 取出樣品長度是否符合試驗最低需求，如一般岩石力學性質試驗，其試體長度至少要大於2.5至3倍試體直徑。
- (D) 現場樣品暫存是否置於蔭涼處，並且不受日晒雨淋。
- (E) 樣品運送是否有點交紀錄，並在運送過程中是否以適當容器放置，並且以適當的襯墊填塞空隙，以防止樣品碰撞、震動、墜落等情況發生。

4.7.2 地表現地試驗

地表現地試驗中包括現地密度試驗和平鈹載重試驗兩種。以下就各項試驗分別說明。

4.7.2.1 現地密度試驗

(1) 目的

求得現地填土夯實後之密度，可作為填土壓實度之施工控制。

(2) 參考規範或標準

ASTM D1556-00 Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

(3) 適用的工具或儀器

砂錐儀、渥太華標準砂、底鈹、磅秤、鐵鏟、盛土容器。

(4) 現地工作概要

(A) 將試驗位置整平，請除雜物，然後將底鈹安置在整理過的表面上。

(B) 由底鈹圓孔使用鐵鏟下挖小於圓孔直徑，深度約15公分孔洞。

(C) 將秤過重量砂錐儀，置於挖好孔洞之上，使渥太華標準砂充滿孔洞後。再秤砂錐儀重量。

(D) 取原先部份挖出土壤帶回實驗室進行含水量及土壤夯實試驗。

(5) 現地檢查重點

(A) 進行中的試驗

(a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。

(b) 試驗過程中，是否受到任何振動，如車輛通過之振動。

- (c) 試驗孔洞挖掘完成後，孔之四壁及底面是否整修平整，無粗料突出或鋸齒形狀。
- (d) 試驗地點是否具代表性，如不可選再壓實度特低或特別壓實之處。
- (e) 回收試驗孔之標準砂若受污染是否更換不再使用。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.2.2 平板載重試驗

(1) 目的

獲取現地地層承载力及地盤反力模數，以作為基礎設計之參數。

(2) 參考規範或標準

ASTM D1194-94 Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread Footings.

(3) 使用的工具或儀器

加壓設備、位移感應器、電子式壓力計、自動記錄系統。

(4) 現地工作概要

- (A) 以挖土機開挖槽溝，並在槽溝底部固定一剛性平板以利垂直加壓。
- (B) 將位移感應器以適當距離平均裝置於加壓版上，然後以H型鋼或其他載重物施加壓力。

- (C) 以自動記錄系統記錄各階段所荷重與位移感應器變化量。當施加至預定荷重後，再逐步解壓至原始荷重。
- (D) 解壓後，再重新施加荷重至最大荷重或至破壞發生為止。
- (E) 試驗完成後，將試驗面開挖，並照相記錄土層狀況及取部分土樣進行室內一般物理性質試驗。

(5) 檢查重點

(A) 進行中的試驗

- (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
- (b) 承載平版是否平整，使千斤頂施加载重能均勻分佈。
- (c) 試驗過程，是否有足以影響施壓穩定的振動發生，亦即震源要遠離試驗位置。
- (d) 荷重平台是否有足夠大小和強度，以支持全部荷重。試驗過程中，是否受到任何振動，如車輛通過之振動。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3 孔內試驗

孔內現地試驗所獲得參數包括：標準貫入試驗(SPT)、電子式圓錐貫入試驗(CPT)、孔內 P-S 波量測試驗、岩體孔內變形試驗與現地應力等，以下就各項

試驗進行說明。

4.7.3.1 標準貫入試驗

(1) 目的

提供瞭解土壤強度的參數，以作為基礎設計、液化分析等的應用。

(2) 參考規範或標準

(A) ASTM D1586-99 Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils.

(B) CNS 14532 貫入試驗及劈管採樣法

(3) 使用的工具或儀器

鑽機、鑽桿、重錘、滑輪。

(4) 現地工作概要

(A) 將鑽桿上之取樣器放置於孔底，於鑽桿上端連接附裝有鐵鈸之滑桿，再將 63.5 ± 1.0 公斤的重錘，於高度76.2公分自由落下方式打擊鐵鈸使取樣器貫入土中。

(B) 夯擊取樣時每擊入15.24公分計數乙次，並分別記錄，直到擊入土中45.72公分為止，共計數三次，後二次擊數總合即為標準貫入試驗N值。

(5) 檢查重點

(A) 進行中的試驗

- (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
- (b) 標準貫入試驗之重錘是否有實際磅秤記錄，並標示於錘上明顯處。
- (c) 落錘導桿是否有明顯標示標準落距76.2公分位置。
- (d) 進行標準貫入試驗時重錘提起高度是否有到達標示定點，並以自由落下方式錘擊鐵鈎。
- (e) 若欲得較嚴謹N值，可藉由都卜勒雷達進行SPT落錘之速度量測，並以能量公式換算成速度能量，以瞭解落錘能量損失情形。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3.2 電子式圓錐貫入試驗

(1) 目的

瞭解土壤強度，以作為基礎設計、液化分析等的應用。

(2) 參考規範或標準

ASTM D3441-98 Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil

(3) 使用的工具或儀器

電子式水壓錐、油壓千斤頂、動力油壓幫浦、自動記錄系統等。

(4) 現地工作概要

- (A) 調整試驗設備呈水平，並試驗前水壓錐頭需完全飽和。
- (B) 將電子式水壓錐與壓桿依序連接，並連接至自動記錄系統，以當錐頭向下貫入時，可擷取資料。
- (C) 控制油壓千斤頂系統，將壓桿以2公分/秒速率下壓，直至預定試驗深度為止，壓桿下壓時同步由紀錄系統連續記錄錐頭阻力及摩擦阻力。

(5) 現地檢查重點

(A) 進行中的試驗

- (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
- (b) 圓錐貫入設備是否有定期校驗及保養記錄。
- (c) 確認電子式圓錐貫入設備於地表是否呈水平狀態。
- (d) 試驗前水壓錐頭是否完全飽和，並以橡皮膜將錐頭套住，以防止水份散失。
- (e) 壓桿是否以固定速率下壓，以求得錐頭阻力及摩擦阻力。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的土壤組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3.3 孔內壓力與剪力波量測試驗

(1) 目的

求得現地土壤或岩體之彈性模數、柏松比及壓縮性等。

(2) 參考規範或標準

陳銘鴻、李榮瑞，2003，懸盪式井測資料擷取系統之介紹及說明，土工技術98期，71-78頁。

(3) 使用的工具或儀器

訊號放大器、震源產生器、受波器、自動記錄器。

(4) 現地工作概要

(A) 首先保持鑽孔中充滿水以作為震波的傳播媒介。

(B) 將探測器至入井中，由地表控制系統對探測器內之磁錘敲擊，產生壓力波與剪力波，震波透過水介質傳遞至周遭土壤或岩體，並回傳至受波器。

(C) 受波器將在不同時間接受到震波訊號，此訊號經放大器放大後回傳並記錄在電腦控制系統。

(D) 分析受波器記錄到的震波時間間隔，計算的土層或岩體的壓力波與剪力波的波速。

(5) 現地檢查重點

(A) 進行中的試驗

(a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。

(b) 對於易坍塌鑽孔，可在鑽孔中至入套管，但需確定套管管徑是否需大於探測器直徑。

(c) 若鑽孔中置放套管，需確認套管與井壁間是否回填確實無空隙，以確保震波能完整地在土層或岩體間傳播。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的地層組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3.4 岩體孔內變形試驗

(1) 目的

求得現地土壤或岩體之彈性模數與變形模數。

(2) 參考規範或標準

ASTM D4971-02 Standard Test Method for Determining the In Situ Modulus of Deformation of Rock Using the Diametrically Load 76-mm (3-in) Borehole Jack

(3) 使用的工具或儀器

探測器、加壓設備、自動記錄器

(4) 現地工作概要

(A) 以鑽機及鑽桿將探測器置於預定試驗位置。

- (B) 以連續加壓或分階段加壓方式作多循環之加解壓程序，並記錄壓力與孔內變形關係，即可得知土壤或岩體之彈性模數與變形模數。

(5) 現地檢查重點

(A) 進行中的試驗

- (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
- (b) 試驗前是否有判讀鑽探所得岩心與地球物理井測結果詳細了解試驗段的地質狀況。因孔內變形試驗段的岩性、試驗深度、弱面寬度、弱面數及弱面方位與加壓方向均會影響試驗曲線型式、變形模數與彈性模數的大小，所以試驗前需詳細了解試驗段的地質狀況，以避免試驗段地質紀錄誤判。
- (c) 鑽探完成後，鑽孔是否閒置太久才進行孔內變形試驗。因鑽孔完成太久才進行試驗，所得結果會改變試驗曲線型式且會降低變形模數及彈性模數的試驗值，甚至在軟岩地區鑽孔閒置過久或上下鑽桿擾動孔壁，使孔徑變大，而無法進行試驗。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的地質組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3.5 水力破裂法之現地應力試驗

(1) 目的

求得岩體現地應力大小，以評估隧道開挖安全性與設計適宜性。

(2) 參考規範或標準

- (A) ASTM D1586-04 Standard Test Method for Determination of the In-Situ Stress in Rock Using the Hydraulic Fracturing Method.
- (B) Hudson, J. A., F. H. Cornet, R. Christiansson, 2003, ISRM suggested methods for rock stress estimation- part 1: Strategy for rock stress estimation, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 40, pp. 991-998.

(3) 使用的工具或儀器

地表設備(三腳架、捲揚機等)、封塞、高壓管、壓力計、加壓系統、自動記錄設備。

(4) 現地工作概要

- (A) 檢視鑽探岩心及孔內攝影結果，選擇均質且等向性高的岩石為測試段。
- (B) 將膨脹封塞置於選定的測試位置，並封堵測試段。
- (C) 於測試段注水加壓，直至孔壁產生裂縫，求得破裂壓力。
- (D) 關閉加壓幫浦停止加壓，測得裂縫封閉壓力。
- (E) 第二次循環再加壓，使裂縫重新張開，其後再次關閉幫浦，觀察裂隙水壓消散情形，求得第二循環封閉壓力。反覆數次此步驟，以求平均封閉壓力。
- (F) 將膨脹封塞洩壓自鑽孔取出，然後置入拓印封塞，拓印孔壁裂縫，並由數位羅盤儀記錄裂縫方位資料，以判斷最大主應力的方向。

(5) 現地檢查重點

(A) 進行之試驗

- (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
- (b) 試驗前是否檢視鑽探岩心及孔內攝影結果。由於水力破裂法需選擇均質且等向性高的岩石為測試段，故試驗段應儘可能避開節理、潛在裂隙或互層等弱面。
- (c) 於裂隙重開及閉合壓力的量測時是否儘可能反覆數次試驗，以求得平均閉合壓力與最小水平主應力。
- (d) 裂隙拓印時，所加注水壓是否介於岩體破裂壓力與裂隙重新張開壓力之間，避免注入水壓過大造成岩體過於破裂無法判斷最大水平主應力的方向。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的地層組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.7.3.6 套鑽法之現地應力試驗

(1) 目的

求得岩體現地應力大小，以評估隧道開挖安全性與設計適宜性。

(2) 參考規範或標準

- (A) ASTM D4623-02 Standard Test Method for Determination of In Situ Stress in Rock Mass by Overcoring Method-USBM Borehole Deformation Gage.

- (B) Hudson, J. A., F. H. Cornet, R. Christiansson, 2003, ISRM suggested methods for rock stress estimation- part 1: Strategy for rock stress estimation, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 40, pp. 991-998.

(3) 使用的工具或儀器

同心鑽孔能力之鑽機、三軸應變計、自動記錄設備。

(4) 現地工作概要

- (A) 先鑽一大孔徑之水平鑽孔，直至遠離因隧道或探查坑開挖造成應力影響以外之位置。
- (B) 在孔底鑽一同心孔，其深度至少45公分，且岩盤為完整無節理弱面。
- (C) 清洗及吹乾孔壁，並將三軸應變計貼於孔壁內側。
- (D) 經養護後，再以大孔徑鑽頭套鑽同心岩心，以解除岩體周圍應力。在套鑽過程中，應連續記錄應變計之變化量。
- (E) 取出套鑽岩心，於現地或將攜至室內求取岩石彈性係數。

(5) 現地檢查重點

- (A) 進行中之試驗
 - (a) 實地觀察試驗過程是否符合場址調查計畫的規定、試驗記錄填寫是否完整。
 - (b) 試驗段孔壁是否完整無節理弱面，因節理弱面之存在會影響局部應力之分佈。
 - (c) 試驗位置是否遠離因隧道或探查坑開挖造成應力影響以外，最好3~5倍隧道或探查坑直徑。

(d) 孔壁是否清洗乾淨，並使三軸應變計確實與岩壁緊貼密合。

(e) 自動紀錄設備是否正常保養，以確認能正常運作。

(B) 已完成的試驗

檢查試驗記錄的填寫是否完整，比對試驗地點的地層組成與結構和記錄數據的計算結果是否屬於正常範圍，對於有異常的數據，可要求進一步說明或解釋。

4.8 地球化學調查

地球化學調查於場址評選時所需獲得之參數請參考表 4-8 說明，其細目分別列述如下：

表 4-8、地球化學調查所需參數一覽表

參數名稱	參考規範/方法	參數目的
地表水及地下水	一般物化特性	NIEA/APHA/ ASTM 1.探討包裝容器及核種在水體環境中的穩定狀態與溶解度 2.提供岩/水反應模擬分析所需之資料
	無機成分	NIEA/APHA/ ASTM 1.探討水體腐蝕性與稀釋能力 2.提供岩/水反應模擬分析所需之資料
	重金屬	NIEA 背景資料建立
	有機成分	NIEA 背景資料建立
	同位素	(加速器)質譜儀/液體閃爍計數法 探討地下水的來源及年齡
土壤	一般物性	Klute(1986) 估算離子交換之有效表面積
	礦物組成	XRD 瞭解土壤離子交換與吸附之機制
	化學成分	XRF/AA/ICP 瞭解當地環境之化學風化程度
	重金屬	NIEA 背景資料建立
	化學特性	NIEA/ Page(1982) 腐蝕能力及離子交換能力指標
岩石	礦物組成	XRD 母岩特性分析 提供岩/水反應模擬分析所需之資料
	化學成分	XRF/AA/ICP 母岩特性分析
	重金屬	XRF/AA/ICP/冷蒸氣汞分析儀 背景資料建立
	化學特性	NIEA/ Page(1982) 腐蝕能力及離子交換能力指標
核種遷移	分配係數	批次實驗法 探討母岩對放射性核種的吸附特性
	擴散係數	管柱實驗法 探討母岩對放射性核種的遲滯特性

(1) 地表水及地下水地化參數

依其性質之不同可再區分為：

(A) 一般物化特性

包括溫度(Temperature)、酸鹼值(pH)、氧化還原電位(ORP)、導電度(Specific Conductivity)、溶氧量(DO)、透視度(Visibility)、鹼度(Alkalinity)及懸浮固體量(S.S.)。

(B) 無機成分

包括碳酸氫鹽(HCO_3^-)、氰鹽(CN^-)、氯鹽(Cl^-)、硫酸鹽(SO_4^{2-})、硫化物(S^{2-})、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、亞硝酸氮($\text{NO}_2\text{-N}$)、磷酸鹽(PO_4^{3-})、二氧化矽(SiO_2)、總磷(T.P.)、鈉(Na)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鐵(Fe)及錳(Mn)。

(C) 重金屬

包括砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅(Cu)、汞(Hg)、鎳(Ni)、鉛(Pb)及鋅(Zn)。

(D) 有機成分

包括化學需氧量(COD)、生物需氧量(BOD)、大腸桿菌群密度(Coliform Group)、總落菌數(Total Count)、礦物性油脂(Mineral oils)、油脂(Grease)、陰離子界面活性劑(MBAS)及酚類(Phenols)。

(E) 同位素

包括 ^2H 、 ^3H 、 ^{18}O 及 ^{14}C (僅地下水)。

(2) 土壤地化參數

依性質之不同可再區分如下：

(A) 一般物性

包括粒度分佈(Grain size distributeon)、孔隙率(Porosity)、密度(Density)及比重(Specific gravity)。

(B) 礦物組成

(C) 化學成分

包括氧化矽(SiO_2)、氧化鋁(Al_2O_3)、氧化鐵(Fe_2O_3)、氧化鈣(CaO)、氧化鎂(MgO)、氧化鈉(Na_2O)、氧化鉀(K_2O)、氧化鈦(TiO_2)、氧化錳(MnO)及燒失量(L.O.I)。

(D) 重金屬

包括砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅(Cu)、汞(Hg)、鎳(Ni)、鉛(Pb)及鋅(Zn)。

(E) 化學特性

包括酸鹼度(pH)、陽離子交換能力(C.E.C.)及Solubility(EC)。

(3) 岩石地化參數

依性質之不同可再區分為：

(A) 礦物組成

(B) 化學成分

包括氧化矽(SiO_2)、氧化鋁(Al_2O_3)、氧化鐵(Fe_2O_3)、氧化鈣(CaO)、氧化鎂(MgO)、氧化鈉(Na_2O)、氧化鉀(K_2O)、氧化鈦(TiO_2)、氧化錳(MnO)及燒失量(L.O.I)。

(C) 重金屬

包括砷(As)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、銅(Cu)、汞(Hg)、鎳(Ni)、鉛(Pb)及鋅(Zn)。

(D) 化學特性：

包括陽離子交換能力(C.E.C.)、Solubility(EC)及有機質含量(O.M.)。
包括陽離子交換能力、導電度及有機質含量。

(4) 核種遷移參數

包括分配係數(Distribution coefficients)與擴散係數(Diffusion coefficients)。

地化參數中除了地表水和地下水的溫度、酸鹼值、氧化還原電位、導電度、溶氧量、透視度與鹼度等參數需於現場立即量測或分析外，其餘的參數的取得方式則是先於現場進行採樣包裝後，再運送至實驗室內完成各項試驗或分析。而由於實驗室內的試驗或分析均有其一定的品質管制作業及流程，因此，針對地球化學於場址評選階段的調查作業檢查項目，將著重於各類樣品的採樣與現地的量測/分析。

4.8.1 地表水體採樣與現地分析

(1) 目的

提供地表水地化參數室內試驗所需之水樣，並取得現場水質敏感度參數的現地數值。

(2) 參考規範或標準

(A) NIEA W104.51C(河川、湖泊及水庫水質採樣通則)

(B) NIEA W217.51A(水溫檢測方法)

- (C) NIEA W424.51A(水中氫離子濃度指數測定方法－電極法)
- (D) NIEA W203.51B(水中導電度測定方法－導電度計法)
- (E) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,20thed., Method 2580(水中氧化還原電位測定方法－氧化還原電位計法)
- (F) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,20thed., Method 4500 O₂ G(水中溶氧測定方法－溶氧計法)
- (G) NIEA W221.50A(水之透視度檢測方法－透視度計法)
- (H) NIEA W449.00B(水中鹼度檢測方法－滴定法)
- (I) NIEA W102.50A(水質檢測方法總則－保存篇)

(3) 使用的工具或儀器

全球定位系統(GPS)、表層採水器(不銹鋼伸縮式採樣器或附繩索之塑膠水桶)、深層採水器(甘末爾或范多恩採水器)、過濾裝置、樣品容器、溫度計、攜帶式pH計、攜帶式導電度計、攜帶式氧化還原電位計、攜帶式溶氧計及透視度計。

(4) 現地工作概要

(A) 資料蒐集

採樣作業前，應先就預定採樣河川、湖泊及水庫之地理環境、流域背景及歷年水質資料進行收集。

(B) 現場初勘

瞭解現場地形、水流情況、附近主要污染源及適合的採樣位置，測站上游是否有水利設施如水庫、堰壩及每日放水時間以避免危險。

(C) 採樣計畫研擬

依據現勘紀錄或蒐集資料及地形圖擬定採樣計畫。採樣計畫內容應包括：計畫名稱、採樣日期、工作時程（特別是感潮河段應配合潮汐進行）、監測站及採樣點位置、採樣器具及保存試劑、分析項目、人員調派及交通工具的安排等。

(D) 現場採樣與量測/分析

依據採樣計畫選擇適當之採樣器具進行採樣。而樣品採集後，應儘速進行樣品分裝，以避免因延遲分裝而可能影響樣品的特性及其均勻性，並於現場進行水溫、pH值、導電度、氧化還原電位、溶氧、透視度及鹼度等水質敏感性參數的量測/分析。

(E) 樣品保存及包裝：

採集之樣品，應依據環保署公告之「水質檢測方法總則－保存篇」進行樣品的保存及包裝，以延緩運送過程中水體的變質，確保後續分析數據的可靠性。

(5) 現地檢查重點

(A) 現場採樣作業是否符合採樣規範中的採樣原則。

(B) 現場量測儀器使用前是否完成校正程序。

(C) 採樣過程是否按照採樣規範的品管要求，採集相關的現場品管樣品（例如設備空白、現場空白和運送空白）。

(D) 樣品採集後，是否依據環保署公告之「水質檢測方法總則－保存篇」進行樣品的保存及包裝。

4.8.2 地下水體採樣與現地分析

(1) 目的

提供地下水地化參數室內試驗所需之水樣，並取得現場水質敏感性參數的現地數值。

(2) 參考規範或標準

(A) NIEA W103.52B(地下水採樣方法)

(B) NIEA W217.51A(水溫檢測方法)

(C) NIEA W424.51A(水中氫離子濃度指數測定方法－電極法)

(D) NIEA W203.51B(水中導電度測定方法－導電度計法)

(E) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Method 2580(水中氧化還原電位測定方法－氧化還原電位計法)

(F) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Method 4500 O₂ G(水中溶氧測定方法－溶氧計法)

(G) NIEA W221.50A(水之透視度檢測方法－透視度計法)

(H) NIEA W449.00B(水中鹼度檢測方法－滴定法)

(I) NIEA W102.50A(水質檢測方法總則－保存篇)

(3) 使用的工具或儀器

水位計、洗井/採樣設備(貝勒管或可調整速度之採樣泵)、過濾裝置、樣品容器、溫度計、攜帶式pH計、攜帶式導電度計、攜帶式氧化還原電位計、攜帶式溶氧計及透視度計。

(4) 現地工作概要

(A) 地下水井背景調查

抵達現場後，首先進行採樣井的拍照與狀況記錄，內容應包括地下水井的井號、位置、附近可能之污染源，以及現場環境的描述。

(B) 現場採樣前準備動作

(a) 採樣設備與容器準備

(b) 量測水位與水深，並計算所需之洗井水量

(c) 現場量測儀器校正

(C) 進行洗井作業

依照井水的補注情形選擇貝勒管或採樣泵進行洗井，並記錄汲出水的水溫、pH值、導電度等現場水質敏感性參數的量測數值。同時，洗井的過程中也應儘量避免大幅降低井內水位。

(D) 現場採樣與量測/分析：

採樣應在洗井後兩小時內進行為宜，若採樣井位於低滲透性地層，則待新鮮水回補後，應儘快於井底採樣，較具代表性。如以原來洗井之採樣泵採樣，則俟洗井完成或水質參數穩定後，在不對井內作任何擾動或改變位置的情形下，維持原來洗井之低流速，直接進行取樣。而樣品採集後，應儘速進行樣品分裝，以避免因延遲分裝而可能影響樣品的特性及其均勻性，並於現場進行水溫、pH值、導電度、氧化還原電位、溶氧、透視度及鹼度等水質敏感性參數的量測/分析。

(E) 樣品保存及包裝：

採集之樣品，應依據環保署公告之「水質檢測方法總則－保存篇」進行樣品的保存及包裝，以延緩運送過程中水體的變質，確保後續分析數據的可靠性。

(5) 現地檢查重點

- (A) 現場量測儀器使用前是否完成校正程序。
- (B) 結束洗井之依據是否符合至少三倍井柱水體積之汲水量或最後連續三次水質參數達穩定標準(溫度 $\pm 3\%$ 、pH ± 0.2 、導電度 $\pm 3\%$ 、溶氧 $\pm 10\%$ 、還原氧化電位 $\pm 10\%$)之要求。
- (C) 採樣時的操作過程或汲水速率是否嚴重擾動井水造成氣提或曝氣作用。
- (D) 採樣過程是否按照採樣規範的品管要求，採集相關的現場品管樣品(例如設備空白、現場空白和運送空白)。

4.8.3 土壤採樣與現地分析

(1) 目的

提供土壤地化參數室內試驗所需之土樣。

(2) 參考規範或標準

- (A) NIEA S102.60B(土壤採樣方法)
- (B) NIEA S103.60C(土壤檢測方法總則)

(3) 使用的工具和儀器

鑽探設備、各式土壤採樣器、採樣襯管及樣品容器。

(4) 現地工作概要

(A) 採樣計畫研擬

包括採樣目的、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。

(B) 採樣點配置與採樣深度規劃

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。

(C) 現場採樣

於擬採樣點上，以適當採樣器具採取，同時觀察並記錄土壤樣品的物理特性。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；採剖面土樣時，可以鑽探設備鑽入預定採樣之深度後採樣。每一點之樣品量以不低於0.1公斤為原則。

(D) 樣品保存及包裝

樣品採集後，應依據環保署公告之「土壤檢測方法總則」進行樣品的保存及包裝，以確保後續分析數據的可靠性。

(5) 現地檢查重點

(A) 為避免土壤樣品間的交叉污染，採樣器具是否依規定於採樣前、後進行除污作業。

(B) 採樣過程是否按照採樣規範的品管要求，採集相關的現場品管樣品（例如設備空白、現場空白和運送空白）。

(C) 樣品採集後，是否依據環保署公告之「土壤檢測方法總則」進行樣品的保存及包裝。

(D) 採樣過程中的記錄是否完整(記錄項目請參考NIEA S102.60B之規範)。

4.8.4 岩石採樣與現地分析

(1) 目的

提供岩石地化參數室內試驗及核種遷移參數量測所需之岩樣。

(2) 參考規範或標準

ASTM D2113-99 Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation.

(3) 使用的工具和儀器

岩心切割機、地質鎚、鑿子、地質羅盤儀、放大鏡、相機、GPS及樣品容器。

(4) 現地工作概要

(A) 採樣計畫研擬

採樣前應先確認採樣之目的或用途，並依據採樣區域之地質圖或岩心資料，規劃採樣標的物。

(B) 現場採樣：

一般地表露頭岩樣主要是以地質槌進行採樣，而岩心岩樣則以岩心切割機為主。而採集的原則，大致上以新鮮者為主，但如有其重要性或特殊目的者(例如研究礦物之轉變)亦不可因風化而忽視之。單一

樣品的採集數量因使用之目的或用途而有所差異。一般而言，普通細粒岩石約需500公克，而甚粗粒岩石則需採約2公斤之量。另外，在採樣時尤須對岩石種類、換質現象、礦化、構造情形或裂紋等有詳細之記述，以供分析後解釋之參考。

(C) 樣品包裝

一般的岩石標本袋以厚棉布或帆布製成，大小約14x29公分，袋口附有繩子，袋邊附有籤條以供標註。此外，亦有用厚紙袋或塑膠袋者，適合用於含水或潮濕之泥沙或填充物等質軟量輕物質。

(5) 現地檢查重點

- (A) 採集之岩樣是否滿足試驗目的之需求，亦即採集之岩樣是否具有代表性。
- (B) 岩樣的編號或來源是否標示清楚、岩樣的包裝及標籤的黏貼方式是否牢靠。
- (C) 採樣過程中的記錄是否完整(記錄項目應包括岩樣的編號、採樣日期、採樣人員、採樣地點、位置或岩心取樣的深度，以及岩樣的性質或外觀描述)。

4.9 礦產資源調查

(1) 目的

提供場址及其週邊地區礦產資源的分佈、開採現況、蘊藏、開發潛力評估等訊息，以確認場址符合「低放處置設施場址不得位於已知重要天然資源或經政府公告為國家資源之地區。」的要求，以及作為安全分析人為侵入和輻射釋放途徑或情境的條件設定依據。

(2) 參考規範或標準

- (A) 陳培源，1980，野外及礦業地質學，國立編譯館；
- (B) 譚立平、魏稽生，1997，台灣金屬經濟礦物，臺灣經濟礦物第1卷，經濟部中央地質調查所；
- (C) 魏稽生、譚立平，1999，臺灣非金屬經濟礦物，臺灣經濟礦物第2卷，經濟部中央地質調查所；
- (D) 魏稽生，2000，臺灣能源礦產及地下水資源，臺灣經濟礦物第3卷，經濟部中央地質調查所。

(3) 使用的工具和儀器

土壤、岩石、地表水體、地下水體等採樣所需的工具。

(4) 現地工作概要

(A) 前置工作

(a) 區域資源地質評估

就區域地質宏觀角度，檢視能源與資源分布相關的研究文獻，回顧金屬礦產、非金屬礦產（如石材、寶石、天然氣與石油等）、

水資源（含地下水）、地熱及溫泉資源的分布，並分析此類經濟礦產資源的地質成因，以及在場址位置分布之可能性。

(b) 地區資源地質

就地區地質調查研究現有資料，與當地資源利用歷史，回顧天然資源類型、儲量、以及未來可能開發途徑，作為後續評估人為侵入情節（如鑿井取水、礦業開採等）的參考。有些天然資源未達經濟開採規模或效益，但對場址特性（如不均質特性）仍有異於無天然資源之場址，故須明確進行勘查。如場址範圍內或鄰近地區曾有天然資源開採歷史（包括坑道、鑽炸、石油天然氣或地下水抽取等），對未來處置設施岩盤強度的影響，是後續調查評估的重點。

(B) 場址調查

先由場址的地質構造調查、地球物理測勘結果及土壤及岩石地球化學採樣分析，先行了解是否有或可能蘊藏礦產的構造或地層存在，及檢視是否有異常測勘值出現。如果評估結果認為有礦產蘊藏的可能性，需再依據礦床調查方法，補充必要的地表和地下(地質鑽探孔)採樣分析，以確認蘊藏礦產的種類、空間分佈、品位、開採可行性等。

(5) 現地檢查重點

礦產資源現地調查工作是在區域地質調查(第4.2節)、場址地質調查(第4.2節)、地球化學調查(第4.8節)的初步調查結果中發現有蘊含礦產異常帶出現之後才會展開。而其工作內容則是針對異常帶進行地質鑽探、地球物理測勘、地球物理井測、地球化學調查等工作，以發掘該礦產異常帶的特性。因而其現地調查工作的檢查，可分別比照第4.2.2節(地質鑽探取樣)、第4.2.3節(地表地球物理調查)、第4.2.4節(地球物理井測)，及第4.8節(地球化學調查)，於此不再贅述。

5. 檢查範例研擬

場址調查檢查工作的進行大致可以工作的次序區分為前置作業、檢查工作協商、現地檢查實施，以及檢查紀錄發行和改善追蹤等四個階段，圖 5-1、圖 5-2、圖 5-3、圖 5-4 別為此四個階段的工作流程(草案)。有關此三階段的工作內容與實施方法概要將於本章各節中說明。

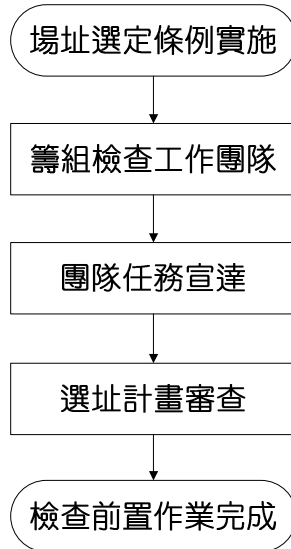


圖 5-1、檢查工作前置作業流程圖

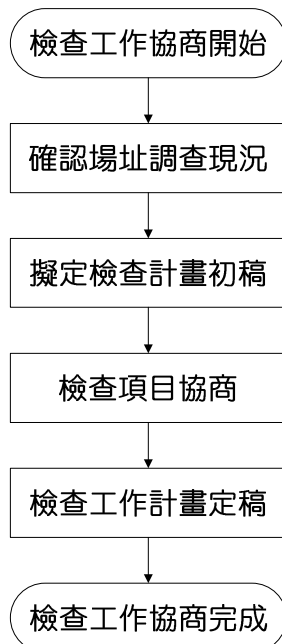


圖 5-2、檢查工作協商流程圖

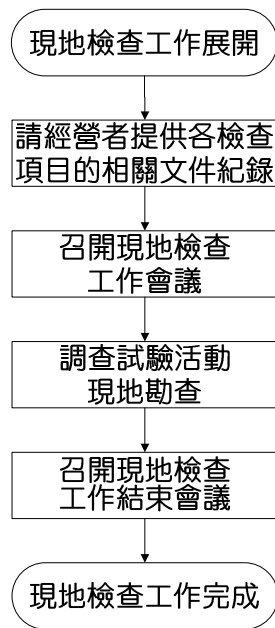


圖 5-3、現地檢查實施流程圖

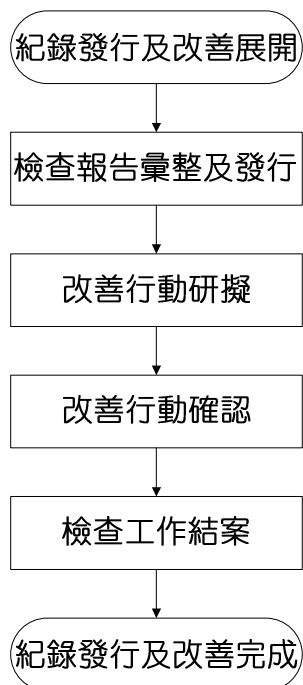


圖 5-4、檢查紀錄發行及改善追蹤實施流程圖

5.1 检查工作前置作業

前置作業是指現地檢查展開前的籌備工作，工作內容包括了检查工作團隊的籌組、工作團隊任務的宣達、選址計畫的審查等。分別說明如后。

5.1.1 检查工作團隊籌組

檢查前置作業的展開，首先需要籌組检查工作團隊。检查工作團隊的人力安排，事實上是需要視檢查的範圍而定，表 3-10 所列可列為檢查範圍的現地調查/試驗工作，可能因為检查工作實施的時間點的問題，實際可檢查的範圍極有可能相當有限，並非全部可列入檢查。從第 3.3.2.2 節、第(2)項的討論可知，表 3-10 中每一項可能列入檢查的調查/試驗工作，其檢查的事項包含了調查/試驗規範的執行和品質計畫的執行兩部份，因而檢查人力的安排也需要涵蓋此兩部份。屬於品質計畫執行的部份，應安排具備品質稽核員資格的人員擔任；屬於調查/試驗規範執行的部份，則須視列入檢查的調查/試驗工作安排。人員的數量則須再考慮需要檢查的場址，其檢查工作是錯開時段分別進行，還是安排在同時段進行。若是在同時段進行，检查工作人員的數量規模將會是錯開時段進行的兩倍(二個場址)或三倍(三個場址)。以下是每個場址的检查工作團隊人員建議清單：

(1) 領隊(一人)

(2) 副領隊(一人)

(3) 行政支援及法規釋疑(二人)

(4) 品質稽核(二人)

(5) 專家學者群(視檢查項目選擇必要的領域、每個領域至少一)

(A) 工程地質

(B) 構造地質

(C) 大地工程

(D) 地表水文

(E) 地下水文

(F) 地球化學

(G) 地震工程

(H) 輻射背景偵測

(I) 景觀資源

(J) 生態資源

(K) 工程設計

(L) 安全分析

以上是檢查工作執行時可能動用到的人員清單，而每一調查階段實際進行檢查時並非所有的人員皆須動員，而是視實際的檢查項目來決定。但是在籌備過程，則每一項領域的工作人員皆不能遺漏。另外，而為了避免檢查人員無法出席預定的檢查活動，以及因應調查場址不止一處的情況，每一個領域最好安排有三個或四個人選可供選擇。

接下來是有關人力來源的問題。前述檢查工作團隊清單的第(1)至(3)項人員，因檢查工作涉及公權力執行的問題，以及檢查過程中有處理行政協調事宜的必要，無論如何皆應指派主管機關中資格符合的正式員工擔任。至於第(4)、(5)項的檢查人力需求，原則上仍以調派主管機關中資格符合的正式員工擔任為優先考量的方案，不足時再尋求(1)學校單位、(2)研究機構、(3)專業顧問機構或相關的技師公會，透過短期的聘用或專案委託方式取得必要的人力支援。而所有人選或單位的決定，須事先確定這些人選符合(1)非選址小組的成員或經營者的員工、(2)未參與經營者委辦的低放射性廢棄物最終處置場址可行性研究工作等兩項原則，以

避免利益衝突的問題。

5.1.2 检查工作團隊任務宣達

工作團隊籌組完成後，主管機關應儘早召集全體團隊成員以宣達團隊的任務，並建立團隊共識。而任務宣達之前，需要先擬妥检查工作綱要計畫，內容包括下列：

- (1) 检查工作依據
- (2) 實施場址現地調查/試驗檢查的目的
- (3) 經營者場址調查作業現況
- (4) 检查工作實施構想
 - (A) 检查工作流程說明
 - (B) 預定辦理檢查的時段構想
 - (C) 檢查範圍與檢查項目的選定方式
 - (D) 检查工作編組與分工構想
 - (E) 检查工作之行政支援

5.1.3 選址計畫審查

依本條例草案第六條的規定，經營者需要負責執行場址調查、安全分析、公眾溝通及土地取得等工作，並需要按照主辦機關的要求，對選址小組提供場址選定計畫擬定和場址選定所需的資料。故場址調查活動所獲得的資料或成果必然是選址計畫的重要成份之一，因而有關場址調查的活動安排(也就是場址調查計畫)必須列入選址計畫中。按本條例草案第八條的規定，主辦機關核定選址計畫前應與主管機關會商，因而可透過此會商的機制來確認場址調查計畫的完整性與適當性。

至於審查工作的進行，可預先規劃由檢查工作團隊的成員負責執行。而基於場址調查檢查工作的需要，此選址計畫的文件審查範圍建議須涵蓋下列項目：

(1) 選址計畫及其審查紀錄

- (A) 版本是否正確?
- (B) 各項審查意見的處理是否已完成?
- (C) 工作流程設計是否合理?
- (D) 工作項目說明是否完整?
- (E) 工作方法說明是否完整?
- (F) 各工作流程的產出是否已明確定義?
- (G) 工作時程規劃是否乎規定?
- (H) 工作團隊的組織任務分工是否明確?
- (I) 外界反應的意見是否已處理完成?

(2) 場址調查計畫及其審查紀錄

- (A) 版本是否正確?
- (B) 各項審查意見的處理是否已完成?
- (C) 調查工作項目是否完整涵蓋法規要求?
- (D) 各工作項目的工作流程和產出是否已明確定義?
- (E) 調查範圍與產出物精度是否乎一般工程規範?

(F) 各工作項目的工作方法、規範、操作步驟說明是否完整提供？

(G) 提供的工作方法、規範、操作步驟說明是否適用？

(H) 工作時程規劃是否合乎規定？

(I) 工作團隊的組織任務分工是否明確？

(3) 場址調查品質計畫及其審查紀錄

(A) 版本是否正確？

(B) 各項審查意見的處理是否已完成？

(C) 計畫內容是否完整涵蓋品保體系的要求？

(D) 品質計畫的實施範圍是否完整涵蓋選址、調查、分析、設計等活動？

(E) 品質稽核預定實施頻率是否足夠？

(F) 品質稽核範圍是否涵蓋各項品質管制規定，以及涵蓋各有關的工作組織或活動？

5.2 检查工作協商

雖然場址調查的檢查工作是法規賦予主管機關的職權，但其檢查工作的實施還牽涉到需要經營者配合辦理的環節。此階段的工作內容須在各個場址調查階段的檢查工作實施前完成，其工作流程(圖 5-1)和工作內容說明如下：

5.2.1 確認場址調查現況

依本條例草案第十八條的規定，場址調查的檢查工作並無祇能在候選場址產生之前實施的限制。因而只要在主管機關資源限制條件容許的情況下，在可能潛在場

址調查階段、潛在場址調查、候選場址調查等三個階段都有實施檢查工作的可能性。可是三個場址調查階段又各有其目的與調查工作項目(表 3-6 及表 3-7)，而且每個調查工作又可能安排在不同的時段執行，故實際可以實施檢查的項目必然會隨時間的變動而有不同。

檢查項目的確定需要先確認場址調查階段及該調查階段的場址調查計畫內容，透過場址調查計畫的審查可以初步達到此目的。另外，根據本條例草案第六條第三項的規定：「選址經營者應按季公開處置設施場址調查進度等相關資料。」，也可透過選址經營者按季公開的場址調查進度資料，了解實際的場址調查計畫的進展。

5.2.2 擬定檢查計畫初稿

根據表 3-10 三個場址調查階段可列入檢查的現地調查/試驗的項目，如果再確認場址調查的現況、預定檢查的時段、檢查工作團隊等之後，即可大致確認實際上可以列入檢查的項目與範圍。接下來即可進行檢查計畫初稿的擬定，其內容建議包含下列八項：

(1) 實施目的

有關檢查工作實施的法源依據和檢查工作實施目的的說明(參考 5.1.2 節所述檢查工作綱要計畫的內容)。

(2) 實施範圍

檢查工作實施範圍說明，包括預定檢查的場址、預定列入檢查的現場調查或試驗項目和地點(參考 5.1.2 節所述的查工作綱要計畫及 5.1.3 節和 5.2.1 節所列各項文件審查的成果)。

(3) 工作流程與工作內容

根據本節前項的實施範圍，說明各項檢查工作預定進行的流程、檢查工作的實施方法(請參考 5.1.2 節所述的查工作綱要計畫和 5.3 節的說明)。

(4) 作業時程規劃

依據 5.1.2 節所述的查工作綱要計畫及本節第(2)項的實施範圍、第(3)項的工作流程與工作內容、第(5)項檢查工作可派遣的檢查人員規模等，擬定各檢查項目的預定工作時程。

(5) 人員組織與分工

綜合檢查預算的限制(詳第 3.3.1.3 節)、本節第(2)項檢查範圍的需求、可確定出席的檢查工作團隊成員(詳第 5.1.1 節)等限制條件，擬定檢查工作人力編組規劃。

(6) 費用需求估算

綜合 5.1.2 節所述的查工作綱要計畫、檢查預算的限制、本節第(4)項的工作時程規劃、本節第(5)項的人員組織與分工等條件，依照政府規定的預算科目估算並編列檢查工作所需的費用。

(7) 請經營者配合事項

依照本節第(3)項的工作流程與工作內容和第(4)項的工作時程規劃所訂的檢查行程，提出請請經營需要配合的事項，包括配合的人員(如經營者代表人、場址調查工作負責人或代表人、配合檢查的現地調查或試驗人員等)、場址調查活動的導引、會議室空間和設備的安排、場址調查活動的各項文件紀錄的提供(詳第 5.3.1 節說明)等事宜的辦理。

(8) 參考文獻

相關的法令規定、會議紀錄、檢查紀錄表格等。

5.2.3 檢查項目協商及檢查計畫定稿

第 5.2.2 節檢查計畫初稿中所列的實施範圍、工作流程與工作內容、作業時程規

劃、請經營者配合事項等，需要先行與經營者協商以確認各項檢查工作的可行性。其中如有需要調整的項目，則需要將第 5.2.3 節所述的檢查計畫初稿予以修訂，以作為檢查工作實施的依據。

5.3 現地檢查實施

5.3.1 現地調查/試驗的文件紀錄取得

除第 5.2.1 節所述與場址調查有關的資料外，在不同的場址調查階段，其前期也會有若干調查作業的成果可供了解場址調查的實施細節。因而在各場址調查階段的檢查工作展開前，若能取得下列的文件與紀錄，對於場址調查計畫內容和執行現況的了解也會有所助益：

(1) 可能潛在場址調查階段

(A) 可能潛在場址篩選報告及其審查紀錄

(B) 可能潛在場址調查計畫及其審查紀錄(若有修訂時需提供)

(2) 潛在場址調查階段

(A) 可能潛在場址調查報告及其審查紀錄

(B) 經營者的可能潛在場址調查計畫品質稽核紀錄

(C) 潛在場址調查計畫及其審查紀錄(若有修訂時需提供)

(3) 候選場址調查階段

(A) 潛在場址調查報告及其審查紀錄

(B) 潛在場址調查品質稽核紀錄

(C) 候選場址遴選報告及其審查紀錄

(D)候選場址調查計畫及其審查紀錄(若有修訂時需提供)

5.3.2 現地調查/試驗工作檢查

本節將以模擬的情節狀況說明進行現地調查/試驗工作檢查的實施過程。實施過程大致可區分為(1)召開現地檢查工作會議、(2)調查/試驗工作現地勘查、(3)檢查紀錄表填寫等三項，分別說明如下：

5.3.2.1 召開現地檢查工作會議

召開現地檢查工作會議主要在於讓經營者的場址調查團隊了解檢查工作的實施程序與執行細節，以及需要經營者或場址調查團隊在檢查的過程或檢查後配合辦理的事項。會議的議程可能包括下列：

(1) 檢查計畫說明

首先由主管機關指派的代表根據第 5.2.3 節檢查計畫定稿本(建議應事先備妥簡報稿件於現場分發)內容，負責說明下列事項：

(A)檢查工作實施目的

(B)檢查工作實施範圍

(C)工作流程與工作內容

(D)檢查工作時程規劃

(E)檢查工作人員編組

(F)配合辦理事項

(2) 預定檢查項目現況說明

其次是由經營者所指定的代表負責針對此次檢查範圍說明下列事項(必要時可分組進行；同時也需事先備妥簡報稿件於現場分發)：

(A) 前次檢查發現的處理說明(如果有的話，則需要列入)

(B) 本次檢查範圍各項調查/試驗工作現況說明：

- (a) 調查/試驗目的
- (b) 調查/試驗實施的位置與範圍
- (c) 調查/試驗之作業流程與方法
- (d) 工作組織與分工
- (e) 工作進度與調查/試驗成果
- (f) 品質稽核紀錄說明

5.3.2.2 調查/試驗工作現地勘查

會議召開完成後即可按既定的工作分組，在各調查/試驗工作負責人引導下，進行調查/試驗工作現地勘查作業，以實地了解下列事項：

- (1) 調查/試驗工作的執行人力
- (2) 調查/試驗工作的作業流程與方法
- (3) 使用的儀器設備
- (4) 調查/試驗工作的紀錄填寫
- (5) 調查/試驗過程管制的實施狀況

必要時，在勘查過程中檢查工作人員應儘可能與調查/試驗工作負責人溝通並澄清下列問題：

- (1) 各項文件、紀錄內容審查發現的問題
- (2) 調查/試驗實施流程、操作方法、紀錄填寫等觀察所發現的問題
- (3) 有關品質管制程序實施觀察所發現的問題

5.3.2.3 檢查紀錄表填寫

第 3.3.2.2 節已說明，檢查工作的重點在於觀察「採用的調查/試驗方法是否恰當？」，以及「調查/試驗工作是否按核定的調查/試驗規範實施？」。因而檢查工作人員應針對這二項觀察重點作成檢查紀錄。表 5-1 及表 5-2 為檢查紀錄表的範例，除了調查/試驗工作的基本資料項目的填寫之外，檢查人員應對(A)調查/試驗工作所依據的規範是否與核定的版本一致、(B)使用的量測儀器規格，是否為規範所容許的範圍、(C) 調查/試驗工作人員的資格、使用的量測儀器，其管制是否符合調查/試驗規範和品質計畫規範、(D)工作的執行是否依照調查/試驗規範的要求進行，並做成必要的紀錄、(E)調查/試驗工作相關的文件、紀錄控管是否符合品質計畫的要求等事項，參考第 3.3.2.2 節和第 3.3.2.3 節的討論內容，填寫檢查結果，大致須可包含下列：

- (1) 各檢查事項的觀察研判結果是否符合規範？
- (2) 對於不符合或觀察事項是否要求採取改善行動？
- (3) 是否有其他執行上的建議事項？

5.3.2.4 召開現地檢查工作結束會議

各檢查項目的現地勘查完成後，主管機關代表應邀集檢查工作團隊及經營者代表人及場址調查工作團隊召開現地檢查工作結束會議，會中除了對經營者代表人和場址調查工作團隊協助檢查工作進行的表達致謝之意之外，還需說明下列事項：

(1) 各檢查項目的檢查發現事項(詳第 3.3.2.3 節)說明。

(2) 檢查發現事項的後續辦理方式 (詳第 5.4.2 節)說明。

5.4 檢查紀錄發行和改善追蹤

5.4.1 檢查報告彙整及發行

現地檢查工作結束後，除檢查紀錄表(表 5-1 和表 5-2)需加以彙整之外，領隊應再召集檢查工作團隊，確認各檢查表之檢查發現結論及是否需要開列改善處理單。對於需要開列改善處理單的檢查發現事項，須填寫表 5-3 的第(1)欄至第(5)欄，填寫內容可據檢查紀錄表的記載和透過會議討論加以確定，須填寫項目說明如下：

(1) 改善處理單編號

改善處理單編號以 A-B-CC-DD 為代表，需要和檢查紀錄表所載的編號一致。其中 A-B-CC 是代表與此改善處理單有關連的檢查紀錄表的編號，A 代表場址的編號或代號、B 為場址調查階段的代號、CC 為實施檢查紀錄表的流水號。DD 則是指需要開列改善處理單的檢查發現(含不符合事項、觀察事項、建議事項)流水號。

(2) 檢查基本資料

包含場址名稱或代號、檢查類別、檢查編號、檢查代表人、檢查日期等。

(3) 調查/試驗之類別及基本資料

勾選調查/試驗之類別及填寫調查/試驗活動的地點和座標、調查/試驗名稱、調查/試驗單位、調查/試驗負責人、場址調查單位名稱、場址調查單位代表、經營者代表人等基本資料。

(4) 不符合或觀察事項說明

針對檢查紀錄表中所列的不符合、觀察、觀察等事項，說明研判所依據的規範和所觀察的事實。

(5) 改善建議

針對檢查紀錄表中所列的不符合、觀察、建議等事項，勾選建議應採取的改善行動類別，區分為：補救(Remedial；針對應做未做的事項)、改正(Corrective；針對有錯誤缺失的記載事項或有錯誤缺失的調查/試驗方法)、調查(Investigative；需要進一步調查的才可能改善的缺失)、管理(management；需要採取管理措施以改善缺失)、評估引用評估(Reportability Evaluation；需要評估是否能在場址調查報告中引用的調查/試驗成果)。此外，並須填寫改善行動的負責人和改善回覆完成的日期。

改善處理單第(1)欄至第(5)欄填寫完成後，即可併同檢查紀錄表正式行文至經營者，要求於限期回覆。

5.4.2 改善行動研擬

經營者接獲檢查紀錄表及改善處理單後，應即指派改善行動監督人負責監督改善行動的研擬與執行，並按改善處理單第(5)欄指定的改善行動負責人，指派人選負責填寫改善處理單第(6)欄所訂的內容，並要求於限期內回覆。須填寫的內容說明包含下列：

- (1) 不符合或觀察項目原因分析
- (2) 改善行動內容及預定完成改善日期
- (3) 改善行動的負責人簽署、負責改善行動的執行單位名稱、簽署日期
- (4) 前述第(1)至(3)項的內容填寫完成，須送至改善行動監督人審查確認，經改善行動監督人簽署後，於期限內提報至主管機關備查(可採傳真或電郵方式)。

5.4.3 改善行動確認

改善處理單完成回覆送至主管機關備查後，改善行動監督人應按改善行動負責人所承諾的完成改善行動完成期限，進行改善行動的確認。經確認無誤後，應填寫表 5-3 的第(7)欄，說明確認行動的過程與內容，提供改善行動執行完成的佐證資料或紀錄，並欄位中簽署姓名及日期。填寫完成後即可送主管機關核備。

5.4.4 改善處理單結案

主管機關對於經營者提送的改善處理單及改善行動執行的佐證資料，可召集檢查工作團隊加以審查，並按改善行動的執行成果作成接受與否的結論，並正式行文至經營者據以施行。可能的結論有下列五種形式：

- (1) 調查/試驗結果同意依原狀況使用。
- (2) 原調查/試驗結果同意依改善後的狀況使用。
- (3) 原調查/試驗結果，經改善後，僅同意在右列條件下使用：_____
- (4) 原調查/試驗結果，經改善後無效，不同意在任何狀況下使用。
原調查/試驗結果，經改善後無效，不同意在任何狀況下使用且須重做。

表 5-1、低放射性廢棄物最終處置場址現地調查/試驗檢查報告表(草案)

檢查基本資料： 場址名稱或代號：_____		
檢查類別： <input type="checkbox"/> 可能潛在場址調查 <input type="checkbox"/> 潛在場址調查 <input type="checkbox"/> 候選場址調查		
檢查編號： <u>A-B-CC</u> 檢查代表人：_____ 檢查日期：__年__月__日		
調查/試驗之類別及基本資料：		
<input type="checkbox"/> 地質調查 <input type="checkbox"/> 地球物理調查 <input type="checkbox"/> 地質鑽探取樣 <input type="checkbox"/> 大地工程調查 <input type="checkbox"/> 地震調查 <input type="checkbox"/> 地表水文調查 <input type="checkbox"/> 地下水文調查 <input type="checkbox"/> 地球化學調查 <input type="checkbox"/> 礦產資源調查 <input type="checkbox"/> 景觀資源調查 <input type="checkbox"/> 生態資源調查 <input type="checkbox"/> 輻射背景調查		
調查/試驗地點：代號_____或座標(TWD97) N: _____ m；E: _____ m		
調查/試驗名稱：_____		
調查/試驗單位：_____ 調查/試驗負責人：_____		
場址調查單位名稱：_____ 場址調查單位代表：_____		
經營者代表：_____		
檢查事項		檢查紀錄
調查/試驗工作所依據的規範是否與核定的版本一致？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
使用的量測儀器規格，是否為規範所容許的範圍？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
調查/試驗工作人員的資格、使用的量測儀器，其管制是否符合調查/試驗規範和品質計畫規範？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
工作的執行是否依照調查/試驗規範的要求進行，並做成必要的紀錄？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
調查/試驗工作相關的文件、紀錄控管是否符合品質計畫的要求？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
檢查發現	說明與依據*	改善處理要求
符合事項	說明：	
不符合事項	說明： 依據：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
觀察事項	說明： 依據：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
建議事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
領隊	日期	檢查代表
_____	_____	_____

*備註：不敷使用時請用續頁表填寫

頁次： 1/

表 5-2、低放射性廢棄物最終處置場址現地調查/試驗檢查報告續頁表(草案)

檢查發現	說明與依據*	改善處理要求
符合事項	說明：	
不符合事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
	依據：	
不符合事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
	依據：-----	
觀察事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
	依據：-----	
觀察事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
	依據：-----	
建議事項	說明：	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 改善處理單編號： <u>A-B-CC-DD</u>
	依據：-----	
領隊 _____	日期 _____	檢查代表 _____
	日期 _____	

*備註：不敷使用時請用本續頁表填寫

頁次： /

6. 結論與建議

- (1) 以目前低放射性廢棄物最終處置整體的法規內容和過去台電公司推動處置場計畫的經驗來說，低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例(草案)若能付諸實施正可補足過去在選定場址、進行場址調查、取得場址用地的法源空缺，對於計畫推動應有正面的助益。
- (2) 若將場址的調查階段區分為可能潛在場址調查、潛在場址調查、候選場址調查等三個階段，單以低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例(草案)的規定來說，場址調查的檢查工作並未限制在哪一個階段進行。至於可在哪些階段實施，客觀的限制條件是在於條例(草案)何時完成立法程序以及經營者(台電公司)在場址調查工作上的進展；主觀的限制條件是主管機關何時完成檢查工作的籌備。
- (3) 雖然本條例草案並未對檢查工作設定可實施檢查的範圍，但檢查工作只是眾多管制環節之一，其檢查範圍的選定需要考慮到(a)與其他管制環節互補以避免重複作業、(b)符合檢查的目的、(c)可投入的人力規模、(d)執行經費籌措的限制、(e)調查活動的檢查優先次序和檢查時機。
- (4) 場址調查的目的是在於獲取描述場址特性的資料，基於避免和其他管制環節重複的的考量，檢查工作的重點建議祇針對需要在場址現地進行的調查或試驗工作。在現地檢查實施之前，需要先確認「採用的調查/試驗方法是否恰當？」；於現地進行檢查時則要觀察「調查/試驗工作是否按核定的調查/試驗規範實施？」和「品質程序的管控系統是否有效運作？」。檢查完成之後，對於檢查發現的缺失需要追蹤改善行動是否完成、評估是否可有效避免相同的缺失重複發生，以及防止錯誤的調查/試驗結果被引用作為定義場址的輸入條件。
- (5) 以處置場的管制需求來說，建立嚴謹的場址調查規範儘管有其必要，但由於(A)需要用來定義場址的特性參數項目眾多、(B)需要調查的特性參數會隨著場址條件不同而有變動、(C)現有國內的標準規範並非齊全、(D)相同的特性參數可能有不同的做法、(E)負責場址調查工作團隊的經驗等因素，除了不宜強制規定場址調查工作團隊必須採用哪些規範之外，要在短期內全面

建立完善的標準規範是有其困難度。因此建議場址調查的規範可先以場址調查工作團隊提出的規範為基礎，再經由檢查工作團隊的審查程序加以確定。如此的安排，對於缺少標準規範依據的問題應可有效解決。

- (6) 檢查工作的經費規模會直接影響到檢查頻率的設定及檢查團隊的組成方式與規模，自然也會間接影響到檢查的形式與可檢查的範圍與項目。而目前的放射性物料管制收費標準(附錄 F)尚未規定場址調查的檢查收費標準，此對於檢查經費的籌措會形成障礙。建議應在本條例草案審議的同時，一併增訂檢查收費標準。

7. 參考文獻

- ASTM, 2005, Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)., American Society for Testing and Materials, ASTM D2487-00.
- ASTM, 2005, Standard Method for Direct Shear Test on Soils under Consolidated Drained Conditions., American Society for Testing and Materials, ASTM D3080-03.
- ASTM, 2005, Standard Specification for Concrete Aggregates., American Society for Testing and Materials, ASTM C33-03.
- ASTM, 2005, Standard Test for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils., American Society for Testing and Materials, ASTM D4767-02.
- ASTM, 2005, Standard Test for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils., American Society for Testing and Materials, ASTM D2435-96.
- ASTM, 2005, Standard Test for Unconsolidated-undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils., American Society for Testing and Materials, ASTM D2850-03.
- ASTM, 2005, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass., American Society for Testing and Materials, ASTM D2216-98.
- ASTM, 2005, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils., American Society for Testing and Materials, ASTM D422-63.
- ASTM, 2005, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine., American Society for Testing and Materials, ASTM C535-03 e1.

ASTM, 2005, Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Similar Weak Rocks., American Society for Testing and Materials, ASTM D4644-04.

ASTM, 2005, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils., American Society for Testing and Materials, ASTM D4318-00.

ASTM, 2005, Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids., American Society for Testing and Materials, ASTM D854-92.

ASTM, 2005,. Standard Test Method for Determining the In Situ Modulus of Deformation of Rock Using the Diametrically Load 76-mm (3-in) Borehole Jack., American Society for Testing and Materials, ASTM D4971-02.

ASTM, 2005,. Standard Test Method for Determining Transmissivity and Storativity of Low Permeability Rocks by in-Situ Measurements Using Pressure Pulse technique., American Society for Testing and Materials, ASTM D4631-95.

ASTM, 2005,. Standard Test Method for Infiltration Rate of Soils in Field Using Double-Ring Infiltrometer., American Society for Testing and Materials, ASTM D3385-03.

ASTM, 2005,. Standard Test Method for Permeability of Granular Soils(Constant Head)., American Society for Testing and Materials, ASTM D2434-68.

ASTM, 2005,. Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place Methods(Shallow Depth)., American Society for Testing and Materials, ASTM D3017-04.

ASTM, 2005,. Standard Test Method(Analytical Procedure)for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Non-leaky Confined Aquifers by the Theis Modified Non-equilibrium Method., American Society for Testing and Materials, ASTM D4105-96.

ASTM, 2005,. Standard Test Method(Analytical Procedure)for Determining Transmissivity and Storage Coefficient of Non-leaky Confined Aquifers by the Theis Non-equilibrium Method., American Society for Testing and Materials, ASTM D4106-96.

- ASTM, 2005,. Standard Test Method(Field Procedure)for Withdrawal and Injection Well Tests for Determing Hydraulic Properties of Aquifer System., American Society for Testing and Materials, ASTM D4050-96.
- Barton, N., 2002, Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 39, pp185-216.
- Bieniawski, Z. T., 1989, Engineering rock mass classifications- a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering, John Wiley & Sons, USA.
- Brown, E. T., 1981, ISRM determining water content, porosity, density, absorption and related properties, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 81-89.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggest methods for determining tensile strength of rock materials, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 119-121.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested method for determination of the Schmidt rebound hardness, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 101-102.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested method for determination of the shore scleroscope Hardness, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 102-103.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested method for determination of the uniaxial compressive strength of rock materials, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 113-114.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested method for determining deformability of rock materials in uniaxial compression, Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods, Pergamon Press, pp. 114-116.

- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested method for determining the strength of rock materials in triaxial compression, *Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods*, Pergamon Press, pp. 125-127.
- Brown, E. T., 1981, ISRM suggested methods for determining sound velocity, *Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods*, Pergamon Press, pp. 107-110.
- Burbank, D. W. and R. S. Anderson, 2001, *Tectonic Geomorphology*, Blackwell Science, pp. 274.
- DOE, 2002. *Natural Phenomena Hazards Site Characterization Criteria*, DOE Standard No. 1022-94.
- Fetter C. W., 1981, Determination of the Direction of Groundwater Flow, *Ground Water Monitoring Review*, Vol.1, No.3, pp28-31, 1981
- Freeze, R. A. and Cherry J. A., 1979, *Groundwater*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Haimson, B. C., and F. H. Cornet, 2003, ISRM suggested methods for rock stress estimation- part 3: hydraulic fracturing (HF) and/or hydraulic testing of pre-existing fractures (HTPF), *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol. 40, pp. 1011-1020.
- Hudson, J. A., F. H. Cornet, R. Christiansson, 2003, ISRM suggested methods for rock stress estimation- part 1: Strategy for rock stress estimation, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol. 40, pp. 991-998.
- IAEA, 2001, *Characterization of Groundwater Flow for Near Surface Disposal Facilities*, International Atomic Energy Agency, pp. 61.
- ISRM, 1985, *Suggested Methods for Determining Point Load Strength*.
- Klute, A., 1986, *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, 2nd ed., The Academic Press, NY.
- Lutton, R. J, D. K. Butler, R. B. Meade, D. M. Patrick, A. B. Strong, H. M. Taylor, 1982, *Tests for Evaluating Sites for Disposal of Low-Level Radioactive Waste*, U. S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-3038.

- Lutton, R.J., P. G. Malone, R. B. Meade, D.M. Patrick, 1982, Parameters for characterizing site for disposal of low-level radioactive waste, NUREG/CR-2700, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D. C., pp.9-11.
- Page, A. L., 1982, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., The Academic Press, NY.
- Pittiglio, C. I. and Jr. D. Hedges, 1991, Quality Assurance for Low-Level Radioactive Waste Disposal Facility, NUREG-1293-Rev.1, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D. C., 13p.
- Richards, S.J., 1965, Soil Suction Measurements with Tensionmeters, in Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- SKB, 2000, What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. TR-00-12, Svensk Karnbranslehantering AB, Sweden, pp. 148.
- Takahashi, T., 2004, ISRM Suggested Methods for land geophysics in rock engineering, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 41, pp. 885-914.
- Terra Technology Corp., 1992, IDS-3602 Integrated Digital Seismograph.
- Terra Technology Corp., 1993, Accelerator III/A-900 Operation and Maintenance Manual.
- Terra Technology Corp., 1994a, Accelerator III/A-900A Operation and Maintenance Manual.
- Terra Technology Corp., 1994b, IDS-3602A 16 Bit Digital Seismograph.
- USBR-7310-89, Procedure for Constant Head Hydraulic Conductivity Tests in Single Drill holes.
- 中華民國國家標準，1986，土壤直接剪力試驗法，CNS A3253。
- 中華民國國家標準，1986，土壤液性限度試驗法，CNS 5087。
- 中華民國國家標準，1986，土壤粒徑分析試驗法，CNS 11776。
- 中華民國國家標準，1986，土壤塑性限度試驗與塑性指數決定法，CNS 5088。

中華民國國家標準，1986，實驗室土壤含水量測定法，CNS 5091。

中華民國國家標準，1988，土壤比重試驗法，CNS 5090。

中華民國國家標準，1988，土壤單向度壓密試驗法，CNS 12239。

中華民國國家標準，1988，工程用土壤分類試驗法，CNS 12387。

台灣省政府水利處，1998，台灣地區暴雨統計及頻率分析。

台灣電力公司，2003.6，台電公司低放射性廢棄物最終處置場可行性研究技術服務工作招標規範，計15頁。

台灣電力股份有限公司，2004，低放射性廢棄物最終處置計畫書。

台灣電力股份有限公司，2004，低放射性廢棄物最終處置計畫執行成果報告(93年1月至93年7月)。

交通部國道新建工程局，1985，大地工程調查作業準則。

行政院環保署還檢所，1997，「土壤檢測方法」，86年八月修訂一版。

行政院環保署還檢所，1997，「水質檢測方法」，86年八月修訂一版。

易任、王如意，1987，應用水文學上下冊，第3、11及14章，國立編譯館出版。

張吉佐、侯秉承、李民政、李怡德、張博翔，2004，岩體分類RMR與Q法之延伸，地工技術，第99期，15-22頁。

陳培源，1980，野外及礦業地質學，國立編譯館。

陳培源、孫思優、陳本康，2000，「基地地質調查規範研擬」(地質法相關細則草擬)，水文地質調查研究報告，89-25號，經濟部中央地質調查所。

陳銘鴻、李榮瑞，2003，懸盪式井測資料擷取系統之介紹及說明，地工技術98期，71-78頁。

經濟部中央地質調查所，2003，坡地環境地質災害敏感區判定作業準則，修訂五版，經濟部中央地質調查所。

經濟部水資源局，1997，水庫安全評估水文規範，第8章。

經濟部水資源局，1998，台灣地區地下水觀測網整體計畫—地下水觀測網施工規範草案。

謝孟龍，2005，一些簡單數字的背後：回顧台灣千、萬年時距地塊上升、沉降速率的研究，2005年台灣活動斷層與地震災害研討會論文集，第47-58頁。

魏稽生（主編），2000，臺灣能源礦產及地下水資源，臺灣經濟礦物第3卷，經濟部中央地質調查所。

魏稽生、譚立平，1999，臺灣非金屬經濟礦物，臺灣經濟礦物第2卷，經濟部中央地質調查所。

譚立平、魏稽生，1997，台灣金屬經濟礦物，臺灣經濟礦物第1卷，經濟部中央地質調查所。

8. 附表

附表一 地表處置場址特性參數之類別細項及使用時機(p.1/3)*

參數類別及細項		場址特性參數之應用時機				
		定義 場址	場址 分析	施工 營運	場址 監測	測量 放樣
地質特性	地層 (stratigraphy)	X	X			
	岩石及土壤 (lithology and soils)	X				
	構造 (structure)	X	X			
	地形 (geomorphology)	X		X		
	地下水文系統及邊界 (ground water system and boundaries)	X	X	X	X	
	地表水文系統及邊界 (surface water system and boundaries)	X	X	X	X	
	流出區及流入區 (recharge and discharge area)		X			
材料描述	視覺觀察描述 (visual description)	X				
	土壤分類 (soil classification)	X				
	岩石分類 (rock classification)	X				
	土壤材料分區界線 (material zone boundaries)	X	X		X	
土壤或岩石分區參數	水文分區界線 (water zone boundaries)	X	X		X	
	處置區(含緩衝帶)邊界 (immediate site boundary)	X				
	處置場場址邊界 (extended site boundary)	X	X		X	
	土壤和岩石的顏色 (color)	X				
	顆粒的分布或參數 (grain-size distribution and parameter)	X	X	X	X	
	材料密度 (material densities)	X	X			
	土壤水分之酸鹼度值及酸度 (soil water pH and acidity)	X		X	X	
	電導度及電阻率 (electrical conductivity and resistivity)	X			X	
	穿刺參數 (penetration parameters)	X		X		
	材料變異性參數 (material variability parameter)	X	X			
水文參數	飽和帶	水力傳導係數 (hydraulic conductivity)		X	X	
		滲透作用 (permeability function)		X		
		傳輸能力 (transmissivity)		X		

*備註：根據 Lutton, R.J. et al, 1982a.(NUREG/CR-2700)

附表一 地表處置場址特性參數之類別細項及使用時機(p.2/3)*

參數類別及細項		場址特性參數之應用					
		定義 場址	場址 分析	施工 營運	場址 監測	測量 放樣	
水文參數	飽和帶	儲水能力 (storativity)		X			
		異向性 (anisotropy)		X			
		孔隙度及孔隙比 (porosity and void ratio)	X	X	X		
		水頭高度和壓力 (hydraulic potentials and pressure)		X		X	
		滲流速度 (seepage velocity)		X		X	
		視流度 (apparent velocity)		X		X	
		水流方向 (flow direction)		X		X	
		擴散 (dispersion)		X		X	
		孔隙水年代 (pore water age)	X	X		X	
	未飽和帶	吸水頭壓力 (suction pressure)		X			
		吸水頭壓力作用 (suction pressure function)		X			
		保水係數 (water holding parameters)		X	X		
		滲透能力 (infiltration capacity)		X	X		
		蒸發散作用 (evapotranspiration)		X	X		
		地表	降雨 (precipitation)		X	X	
			逕流係數 (runoff coefficients)		X	X	
			氣溫 (air temperature)		X		
			大氣壓力 (air pressure)		X		
	風速及風向 (wind speed and directions)			X	X		
	地球化學參數	岩石和土壤	分配係數 (partition coefficient)		X		X
礦物組成及黏土礦物 (mineralogy and clay mineralogy)			X	X	X		
離子交換能力 (anion and cation exchange capacity)				X	X		

附表一 地表處置場址特性參數之類別細項及使用時機(p.3/3)*

參數類別及細項		場址特性參數之應用					
		定義 場址	場址 分析	施工 營運	場址 監測	測量 放樣	
地球 化學 參數	岩石 和 土壤	氧化還原電位 (oxidation-reduction potentials)		X	X		
		自然伽馬及頻譜 (natural gamma and spectra)	X	X		X	
		土壤可溶解離子 (soil solubles)	X			X	
		土壤有機物含量 (soil organics)	X		X		
		氣體含量 (gaseous constituents)		X		X	
		地下水化學 (ground water chemistry)		X	X	X	
		地表水化學 (surface water chemistry)		X	X	X	
大地 工程 參數	描述 性 參數	阿太堡限度 (Atterberg limits)	X		X		
		比重 (specific gravity)			X		
		震波速度 (seismic velocity)		X	X		
		強度 (strength)	X		X		
	壓縮 特 性	壓密作用 (consolidation relation)			X		
		夯實作用 (compaction relation)			X		
		回脹指數 (rebound index)			X		
	體積 穩 定 性	塌落潛勢 (collapse susceptibility)			X		
		收縮膨脹參數 (shrink-swell parameter)			X		
		凍脹潛勢 (heaving susceptibility)			X		
		侵蝕參數 (erodibility parameters)			X		
	放 樣	標石及控制點 (monument and point position)			X		X
		掩埋單位界線 (burial unit boundaries)			X		X

*備註：

譯自 Lutton, R.J., P. G. Malone, R. B. Meade, D.M. Patrick, 1982, Parameters for characterizing site for disposal of low-level radioactive waste, NUREG/CR-2700, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, pp.9-11.

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源 (p.1/7) *1

參數類別及細項		參數獲取方法或來源			備註
		標準方法*2	通用規範*2	既有資料	
地質特性	地層		地表地質調查 地下地質調查	地質研判準則	
	岩石及土壤		地表地質調查 地下地質調查	地質研判準則	
	構造		地表地質調查 地下地質調查	地質研判準則	
	地形			地質研判準則	
	地下水文系統及邊界			地質研判準則	
	地表水文系統及邊界			地質研判準則	
	流出區及流入區			地質研判準則	
材料描述	視覺觀察描述	ASTM D2448-69			
	土壤分類	ASTM D2487-69(工程分類系統)	Soil Taxonomy(土壤分類系統)		
	岩石分類	ASTM C294-79(地質分類)	消散耐久試驗	震波速度、岩心指數	
	土壤材料分區界線		井柱紀錄、採樣、分析		
分區參數	水文分區界線			地質研判準則	
	處置區(含緩衝帶)邊界		Technical Review		
	處置場場址邊界		Technical Review		
	土壤和岩石的顏色	ASTM D1535-80	Rock color chart		顏色的判別也是視覺觀察描述工作的一部份
	粒徑分布或參數	Appendix V, R1 ASTM D422-63			由粒徑分布曲線計算得所之參數

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源 (p.2/7) *1

參數類別及細項		參數獲取方法或來源			備註
		標準方法*2	通用規範*2	既有資料	
分區參數	材料密度	實驗室量測： Appendix II, sec. 3, R1 Appendix II, sec. 4, R1 現地量測： ASTM D1556-64 ASTM D2167-66 ASTM D2937-71 ASTM D2922-81	Gamma-gamma logging		
	土壤水分之酸鹼度 值及酸度	ASTM G51-77	滴定法		
	電導度及電阻率		土壤總鹽度 地表地電阻探測 孔內電阻井測		
	穿刺參數	ASTM D1586-67 ASTM D3441-79			
	材料變異性參數		Standard deviation Range		
水文參數	飽和帶	水力傳導係數	ASTM D2434-68 Appendix VII, sec. 4, R1 Appendix VII, sec. 8, R1 RTH381-80, R2 Designation E-15, R4 Designation E-18, R4 Chap. V, R5 Chap. B1, Book 3 R6	Pump test	地質研判準則 粒徑分布數據(適用屬於 顆粒狀土壤)
		滲透作用	ASTM D3385-75		Curve number estimation
	傳輸能力		Pump test		
	儲水能力		抽水試驗、中子井測		也可藉由估算得知
	異向性			地質研判準則、透水能力 計算	可由垂直向和水平向水力 傳導係數計算得知

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源 (p.3/7) *1

參數類別及細項		參數獲取方法或來源建議			備註
		標準方法*2	通用規範*2	既有資料分析	
水文參數	飽和帶	孔隙度及孔隙比	Appendix II, R1(土壤) Rth 109-80, R2(岩石)	聲波井測、放射性井測	地質研判準則 (適用於裂隙情況)
		水頭高度和壓力		水井水位量測 水壓計	
		滲流速度		Tracer studies	
		視流度		Tracer studies	
		水流方向		Tracer studies	
		擴散作用		Breakthrough curve	Column or field test
		孔隙水年代		放射性同位素比例 穩定同位素 導水係數 地下水化學	委託合格實驗室 委託合格實驗室
	未飽和帶	吸水頭壓力		張力計、乾溼度計	
		吸水頭壓力作用			農業資料 吸水頭壓力作用 (在指定壓力狀況下)
		保水係數			農業資料 吸水頭壓力作用
		入滲能力	ASTM D3385-75(現地量測)		曲線估算(間接估算)
		蒸發散作用		蒸發計、滲漏測定計	氣象觀測紀錄 (依據經驗公式計算)
	地表	降雨		雨量計	曲線估算
		逕流係數	ASTM D1941-67	流量計	曲線估算

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源(p.4/7)*1

參數類別及細項		參數獲取方法或來源建議			備註
		標準方法*2	通用規範*2	既有資料分析	
水文參數	地表	氣溫		溫度計觀測	氣象觀測紀錄
		大氣壓力	ASTM D3631-77	氣壓計觀測	氣象觀測紀錄
		風速及風向		風速計及風向標	氣象觀測紀錄
地球化學參數	岩石和土壤	分配係數		Batch leach Column test	地球化學準則
		礦物組成及黏土礦物	ASTM C294-69 ASTM C295-79	X-ray 繞射法 岩相鑑定	
		離子交換能力		Saturation method(陽離子) Mehlich method(陰離子)	
		氧化還原電位		白金氫電極	
		自然加碼及頻譜	B-05, R7 ASTM D3649-78 E-Sr-01, R7 E-Am-02, R7 E-Pu-06, R7 C-04, R7.	gamma emission logging gamma spectral logging β emission and spectral logging	
		土壤可溶解離子	EPA-600/4-79-020(R8) 406C, R3		
		土壤有機物含量		Sample ignition(R9)	
	氣體含量	Sludge digester Gas (pp. 523 - 530, R3) ASTM D3442-75			
地球化學參數	地下水化學	無機物	R3		
		農藥	ASTM D3086-79 ASTM D3478-79		

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源(p.5/7)*1

參數類別及細項		場址特性參數之應用			備註	
		標準方法*2	通用規範*2	既有資料分析		
地球化學參數	地下水化學	水質參數	204, A-E, Color, R3 205, Conductivity, R3 212, Temperature, R3 310.1, EPA-600/4-79-020(R8) 160.1, EPA-600/4-79-020(R8) 130.1, EPA-600/4-79-020(R8) 150.1, EPA-600/4-79-020(R8) 140.1, EPA-600/4-79-020(R8) 160.1, EPA-600/4-79-020(R8) 180.1, EPA-600/4-79-020(R8) ASTM D1495-59 Chapter D1, Book1, R6			Alkalinity Dissolved solids Hardness pH color suspended solids turbidity 氧化還原電位 不穩定成分水體採樣
		放射性水質參數	ASTM D1943-81 ASTM D1890-81 ASTM D3649-78 901.0, EPA-600/4-79-020(R8) 901.1, EPA-600/4-79-020(R8) 902.0, EPA-600/4-79-020(R8) 905.0, EPA-600/4-79-020(R8) 906.0, EPA-600/4-79-020(R8) Carbon-14, EPA-R4-73-014(R10) 706,R3 707,R3 Chapter A5, Book 5, R6			Gross alpha Gross beta Gross gamma(spetral) ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co ¹³¹ I ⁹⁰ Sr ³ H ¹⁴ C ²²⁶ Ra ²²⁸ Ra ¹⁴ C & ³ H
		地表水化學	同地下水化學			
大地工程參數	描述性參數	阿太堡限度	ASTM D423-66(土壤液限) ASTM D423-59(土壤塑限) Appendix III, R2 (液限和塑限)			
		比重	ASTM D854-58 ASTM C127-77 Appendix IV, R1(比重試驗)			

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源(p.6/7)*1

參數類別及細項		場址特性參數之應用			備註	
		標準方法	通用規範	既有資料分析		
大地工程參數	描述性參數	震波速度		地表震測、速度井測		
	強度		Appendix X, R1(土壤三軸試驗) Appendix XI, R1(單軸壓縮試驗)			
	壓縮特性	壓密作用		Appendix VIII, R1(壓密試驗)		
		夯實作用		ASTM D698-78 ASTM D1557-78		
		回脹指數		同壓密作用		與壓密作用有關
	體積穩定性	塌落潛勢		同壓密作用		
		收縮膨脹參數		同壓密作用		與壓密作用有關
		凍脹潛勢			地質研判準則 粒徑分析資料	經驗對比
侵蝕參數		Appendix XIII, R1 (Pinhole test and Crumb test)		農業經驗法則		
放樣	標石和控制點		R11	平板測量	控制點及圖框座標數據	
	掩埋單位界線			平板測量		

附表二 地表處置場址特性參數之獲取方法或來源(.p.7/7)

備註--

*1：根據 Lutton, R.J, D. K. Buttler, , R. B. Meade, D. M> Patrick, A. B. Strong, H. M. Taylor, 1982, Test for Evaluating sites for disposal of low-level radioactive waste, NUREG/CR-3038, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D. C., pp.27~36 & A-1~A-128.

*2：參考文獻清單

R1 = Laboratory Soils Testing, Engineer Manual 1110-2-1906, U. S. Army Corps of Engineers.1980

R2 = Rock Testing Handbook. U. S. Army Corps of Engineers.1980

R3 = Standard method for examination of water and waste water, American Public Health Association, 15th Ed., 1980, pp 523-530)

R4 =Earth manual, 2nd ed., U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1974.

R5 =Ground Water Manual, U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, revised reprinted 1981.

R6 =Techniques of Water-Resources Investigation, U. S. Department of the Interior, Geological Survey, 1971.

R7 =EML Procedures Manual, HASL-300, U. S. Department of Energy, Environmental Measurement Laboratory, 1981.

R8 =Methods for chemical analysis of water and wastes, EPA-600/4-79-02, U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1979.

R9 =”Organic Carbon”, Chapter 90, Methods of soil Analysis: Part-2 – Chemical and Mineralogical Properties, American Society of Agronomy, 1965, 1367-1378.

R10=Procedures for Radiochemical analysis of Nuclear Reactor Aqueous Solutions, EPA-R4-73-014, U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1973.

R11=Specifications to support classification, standards of accuracy, and general specifications of geodetic surveys, U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1975, 30pp.

9. 附錄

附錄A--低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例(草案)

第一條 為選定低放射性廢棄物最終處置設施（以下簡稱處置設施）場址，並符合安全及環境保護之要求，特制定本條例。

第二條 本條例之主管機關為行政院原子能委員會；主辦機關為經濟部。

第三條 本條例用詞定義如下：

- 一、放射性廢棄物：指具有放射性或受放射性物質污染之廢棄物，包括備供最終處置之用過核子燃料。
- 二、低放射性廢棄物：指除備供最終處置之用過核子燃料或其經再處理所產生之萃取殘餘物以外之放射性廢棄物。
- 三、最終處置：指放射性廢棄物之永久隔離處置。
- 四、潛在場址：指依選址計畫經區域篩選及場址初步調查，所選出符合第四條所定規定之場址。
- 五、候選場址：指依選址計畫由潛在場址中遴選一個或數個備供選用，並經主辦機關核定及公告之場址。

第四條 處置設施場址，不得位於下列地區：

- 一、活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全之地區。
- 二、地球化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並足以影響處置設施安全之地區。
- 三、地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區。
- 四、高人口密度之地區。
- 五、其他依法不得開發之地區。

前項地區之範圍及認定基準等事項之準則，由主管機關會商相關機關定之。

第五條 主辦機關應自本條例施行之日起三個月內，邀集相關機關及學術或研究單位推派之代表，組成處置設施場址選擇小組（以下簡稱選址小組），依本條例規定執行處置設施之選址工作。選址小組中學術或研究單位推

派之代表人數不得少於二分之一。

第六條 主辦機關應會商主管機關選定或指定全國主要低放射性廢棄物產出之機構做為處置設施之選址經營者（以下簡稱選址經營者）。

選址經營者應依主辦機關之要求，提供選址小組有關處置設施選址之資料，並執行場址調查、安全分析、公眾溝通及土地取得等工作。

選址經營者應按季公開低放射性廢棄物最終處置設施場址調查進度等相關資料。

第七條 選址小組應於設立之日起六個月內，擬訂處置設施選址計畫，提報主辦機關。

主辦機關應於收到前項選址計畫之日起十五日內，將選址計畫公告於政府公報或主要新聞紙並上網公告三十日。機關、個人、法人或團體，得於公告期間內以書面載明姓名或名稱及地址，向主辦機關提出意見。

第一項選址計畫，主辦機關應會商主管機關及相關機關，並參酌機關、個人、法人或團體所提意見後，於前項公告期間屆滿二個月內核定之。

第八條 選址小組應於選址計畫經主辦機關核定之日起六個月內，提報主辦機關公布潛在場址。

第九條 選址小組應於潛在場址公布之日起六個月內，向主辦機關提出候選場址遴選報告，並建議候選場址。

主辦機關應於收到前項候選場址遴選報告之日起十五日內，將該報告公開上網並陳列或揭示於建議候選場址所在地之適當地點三十日，並於陳列或揭示期間舉行公開說明會。機關、個人、法人或團體，得於陳列或揭示期間內以書面載明姓名或名稱及地址，向主辦機關提出意見。

主辦機關應會商主管機關及相關機關，針對機關、個人、法人或團體所提意見，彙整意見來源及內容，並逐項答復意見採納情形。

主辦機關應於第二項陳列或揭示期間屆滿二個月內核定候選場址，並公告之。

第十條 縣（市）政府同意於轄區內設置低放射性廢棄物最終處置設施者，應經該縣（市）議會及鄉（鎮、市）民代表會議決通過後，以書面檢具相關

資料，向主辦機關提出申請。

前項申請，經主辦機關交由選址小組審查符合第四條規定者，得優先核定為候選場址，並公告之。

第十一條 為推動處置設施選址工作，主辦機關得由核能發電後端營運基金提撥經費作為回饋金。前項回饋金之支用項目如下：

- 一、健康檢查、醫療保險、獎助學金、社會福利、基層建設或行政作業等經費之補助。
- 二、有關地方文化或公益活動經費之補助。
- 三、其他經場址所在地鄉（鎮、市）民代表會或縣（市）議會議決之項目。

前項回饋金之總額以行政院核定處置設施場址時之幣值計算，最高不得超過新臺幣五十億元，並於處置設施場址核定後支付回饋金總額百分之十、興建期間支付百分之三十、營運期間支付百分之六十，由選址經營者與處置設施場址所在地鄉（鎮、市）公所及縣（市）政府協商分年給付額度；其回饋比率規定如下：

- 一、處置設施場址所在地鄉（鎮、市）占百分之六十。
- 二、處置設施場址鄰接鄉（鎮、市）占百分之二十；無鄰接鄉（鎮、市）者，處置設施場址所在地鄉（鎮、市）及縣（市）各增加百分之十。
- 三、處置設施場址所在地縣（市）占百分之二十。經營者應就候選場址之地方特性，擬訂協商計畫，提報主辦機關會商相關機關後核定之。

第十二條 選址經營者應就候選場址之地方特性，擬訂協商計畫，提報主辦機關會商相關機關後核定之。

選址經營者應依主辦機關核定之協商計畫，與候選場址所在地之縣（市）政府及鄉（鎮、市）公所進行協商，並與地方民眾進行溝通及意見調查。

第十三條 處置設施之設置，對環境有重大影響之虞，經選址經營者依環境影響

評估法第七條第一項規定提出之環境影響說明書，應由主辦機關轉送環境保護主管機關備查後，依環境影響評估法第八條規定進行第二階段環境影響評估。

第十四條 選址經營者應於環境影響評估審查通過後一個月內，檢附環境影響評估相關資料，併同與候選場址所在地之縣（市）政府及鄉（鎮、市）公所之協商結果，以及民眾意見調查報告，提報主辦機關核轉行政院核定為處置設施場址後，於處置設施場址所在地之縣（市）政府及鄉（鎮、市）公所公告之。

第十五條 處置設施場址需用公有土地時，選址經營者應報請主辦機關依法辦理土地撥用；需用私有土地時，選址經營者應報請主辦機關依法辦理土地徵收。

主辦機關於辦理前項撥用或徵收時，得於撥用或徵收計畫書中載明辦理聯合開發、委託開發、合作經營、出租、設定地上權、信託或以使用土地之權利金或租金出資等方式辦理處置設施之開發、興建及營運，不受土地法第二十五條、國有財產法第二十八條及地方政府公產管理法令規定之限制。

第十六條 處置設施所需用地涉及都市計畫變更者，主辦機關應協調都市計畫主管機關依都市計畫法第二十七條規定辦理迅行變更，涉及非都市土地使用變更者，主辦機關應協調區域計畫主管機關依區域計畫法第十三條規定辦理變更。

第十七條 依本條例規定徵收之土地，應於徵收補償費發給完竣屆滿六年內，依徵收計畫開始使用，不適用土地法第二百十九條第一項第一款及土地徵收條例第九條第一項第一款規定。

未依前項規定期限使用者，原土地所有權人得申請照原徵收補償價額收回其土地。但因不可歸責於主辦機關之事由者，不適用之。

第十八條 選址經營者執行處置設施相關場址調查作業期間，主管機關應派員檢查，並要求選址經營者檢送有關資料，以利後續處置設施設置申請時之安全審查作業。

第十九條 為選定處置設施場址所需之費用，由核能發電後端營運基金支應，其

所取得之財產應納入該基金。

第二十條 本條例施行前，依放射性物料管理法等相關法規執行低放射性廢棄物最終處置計畫之選址工作，於本條例施行後，依本條例規定接續辦理。

第二十一條 本條例自公布日施行。

附錄B--放射性物料管理法

中華民國九十一年十二月二十五日華總一
義字第〇九一〇〇二四八七六〇號令公布

第一章 總則

第一條 為管理放射性物料，防止放射性危害，確保民眾安全，特制定本法；本法未規定者，適用其他有關法令之規定。

第二條 本法之主管機關，為行政院原子能委員會。

第三條 本法所稱放射性物料，指核子原料、核子燃料及放射性廢棄物。

第四條 本法用詞定義如下：

- 一、核子原料：指鈾、鈾等礦物及其他經主管機關指定之物料。
- 二、核子燃料：指能由原子核分裂之自續連鎖反應而產生能量之物料及其他經主管機關指定之物料。
- 三、放射性廢棄物：指具有放射性或受放射性物質污染之廢棄物，包括備供最終處置之用過核子燃料。
- 四、核子保防：指為執行國際防止核子武器蓄衍而制定之相關管制措施。
- 五、最終處置：指放射性廢棄物之永久隔離處置。
- 六、除役：指核子原料、核子燃料生產或貯存設施及放射性廢棄物處理或貯存設施永久停止運轉或使用後，為使該設施及其土地資源能再度供開發利用，所採取之各項措施。
- 七、封閉：指最終處置設施不再接收放射性廢棄物，並完成除污、被覆及關閉等必要措施。
- 八、監管：指最終處置設施封閉後，執行之維修、管理、環境輻射監測及防止外界侵擾等必要措施。
- 九、經營者：指經政府指定或核准經營核子原料、核子燃料生產或貯存設施及放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施者；或經政府許可持有或使用放射性物料者。

第五條 依本法核發之執照，其記載事項有變更者，執照持有人應於主管機關規

定之期間內申請變更登記。

第六條 下列依本法管制之設施與其坐落之土地、執照及執照所賦予之權利，非經主管機關許可，不得轉讓、租借、設定質權或抵押權：

一、核子原料、核子燃料生產或貯存設施。

二、放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施。

第七條 主管機關得依我國與外國或國際原子能組織所簽訂之核子保防相關條約或協定，督同外國或國際原子能組織所派之檢查員執行各項檢查及偵測，並要求經營者檢送指定之資料；所需繳交國際原子能組織之核子保防檢查費由設施經營者負擔。

主管機關得依我國與外國或國際原子能組織所簽訂之核子保防相關條約或協定，督同外國或國際原子能組織所派之檢查員執行各項檢查及偵測，並要求經營者檢送指定之資料；所需繳交國際原子能組織之核子保防檢查費由設施經營者負擔。

前項核子保防作業之辦法，由主管機關定之。

第二章 核子原料及核子燃料之管制

第八條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施之興建，應向主管機關提出申請，經審核合於下列規定，發給建造執照後，始得為之：

一、與原子能和平使用之目的之一致。

二、設備及設施足以保障公眾之健康及安全。

三、對環境生態之影響合於相關法令規定。

四、申請人之技術與管理能力及財務基礎等足以勝任其設施之經營。

前項生產設施之興建，對運轉所產生之放射性廢棄物，並應檢附資料證明其具有處理、貯存及最終處置能力。

主管機關於收到前項申請後三十日內，應將申請案公告展示；其公告展示期間為六十日。個人、機關或團體，得於公告展示期間內以書面載明姓名或名稱及地址，向主管機關提出意見；主管機關應舉行聽證。

核子原料、核子燃料生產或貯存設施建造執照申請資格、應備文件、審核程序及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。

第九條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施興建完成後，非經主管機關檢查其興建工程及試運轉合格，並發給運轉執照，不得正式運轉。

核子原料、核子燃料生產或貯存設施運轉執照核發前，主管機關應驗證該設施已取得國內、外放射性廢棄物最終處置設施之貯存許可或代處理契約。

第一項執照之有效期間，最長為四十年；期滿需繼續運轉者，應於期限屆滿二年前，向主管機關申請換發執照。未依規定換照者，不得繼續運轉。

運轉執照之核發及換發，準用前條第一項規定；運轉執照之換發並準用第二項規定。

第十條 核子原料生產或貯存設施經營者，應依主管機關規定，定期提出下列報告及紀錄，主管機關並得隨時派員檢查之：

- 一、有關運轉、輻射防護、環境輻射監測、異常或緊急事件報告及其他經主管機關指定之報告。
- 二、核子原料或核子燃料生產、庫存、銷售紀錄。
- 三、放射性廢棄物產生、處理、貯存及最終處置紀錄。

第十一條 核子原料或核子燃料生產設施，應由合格運轉人員負責操作。

前項運轉人員之資格，由主管機關定之。

第十二條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施於興建或運轉期間，其設計修改或設備變更，涉及下列重要安全事項時，非經主管機關核准，不得為之：

- 一、運轉技術規範之修改。
- 二、安全分析報告中未涵蓋之新增安全問題。

三、安全有關設備之變更，且須修改安全分析報告，並經評估後有降低原設計標準之虞者。

四、其他經主管機關指定之事項。

第十三條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施於興建或運轉期間，主管機關得隨時派員檢查，並要求經營者檢送有關資料；其不合規定或有危害公眾健康、安全或環境生態之虞者，應令其限期改善或採行其他必要措施。未於期限內改善或情節重大者，主管機關得命其停止興建、運轉或廢止其執照。

主管機關依前項規定為處分時，應以書面敘明理由，通知經營者。但情況急迫時，得先以口頭為之，並於處分後七日內補行送達處分書。

第一項之檢查，主管機關得委託有關機關（構）、學校或團體辦理；其辦法，由主管機關另定之。

第十四條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施永久停止運轉，其經營者應擬訂除役計畫，報請主管機關核准後實施；實施期間，主管機關得隨時派員檢查；除役完成後，經營者應報請主管機關檢查。

前項設施之停止運轉，未經報請主管機關核准，持續達一年以上者，視為永久停止運轉；其除役程序，依前項之規定。

第一項之除役，應於永久停止運轉後十五年內完成。

第十五條 核子原料或核子燃料之持有、使用、輸入、輸出、過境、轉口、運送、貯存、廢棄、轉讓、租借或設定質權，非經主管機關許可，不得為之。

前項之運作，應製作完整之料帳紀錄，妥善保存，定期報送主管機關備查。

第一項之運作過程中，主管機關得隨時派員檢查，並要求經營者檢送有關資料；其有危害公眾健康、安全或環境生態之虞者，並得停止或限制全部或部分之運作，或命採行必要之措施。

主管機關依前項規定為處分時，應以書面敘明理由，通知經營者。但情況急迫時，得先以口頭為之，並於處分後七日內補行送達處分書。

核子原料或核子燃料運作之安全管理規則，由主管機關定之

第十六條 本章之規定，於一定重量或活度以下之核子原料、核子燃料或其生產或貯存設施，不適用之。

前項一定重量或活度之限值，由主管機關定之。

第三章 放射性廢棄物之管制

第十七條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施之興建，應向主管機關提出申請，經審核合於下列規定，發給建造執照後，始得為之：

- 一、符合相關國際公約之規定。
- 二、設備及設施足以保障公眾之健康及安全。
- 三、對環境生態之影響合於相關法令規定。
- 四、申請人之技術與管理能力及財務基礎等足以勝任其設施之經營。

主管機關於收到前項申請後三十日內，應將申請案公告展示；其公告展示期間，處理及貯存設施為六十日，最終處置設施為一百二十日。個人、機關或團體，得於公告展示期間內以書面載明姓名或名稱及地址，向主管機關提出意見。主管機關應舉行聽證。

放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施建造執照申請資格、應備文件、審核程序及其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之。

第十八條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施興建完成後，非經主管機關核准，並發給運轉執照，不得正式運轉。

前項執照之有效期間，由主管機關定之；期滿需繼續運轉者，應於期限屆滿二年前，向主管機關申請換發執照。未依規定換照者，不得繼續運轉。

運轉執照之核發及換發，準用前條第一項之規定。

第十九條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施在興建或運轉期間，其設計修改或設備變更，涉及重要安全事項時，非經報請主管機關核准，不得為之。

放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施在興建或運轉期間，其設計

修改或設備變更，涉及重要安全事項時，非經報請主管機關核准，不得為之。

第二十條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施經營者，應定期向主管機關提出有關運轉、輻射防護、環境輻射監測、異常或緊急事件及其他經主管機關指定之報告，主管機關應將相關報告公告。

第二十一條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置及其設施之運轉、設計與安全要求及其他應遵行事項之安全管理規則，由主管機關定之。

第二十二條 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施於興建或運轉期間之管制及相關處分事項，準用第十三條規定。

第二十三條 放射性廢棄物處理或貯存設施之永久停止運轉，其經營者應擬訂除役計畫，報請主管機關核准後實施。

放射性廢棄物最終處置設施之封閉，其經營者應擬訂封閉計畫及監管計畫，報請主管機關核准後實施。

前二項計畫實施期間，主管機關得隨時派員檢查；實施完畢後，經營者應報請主管機關檢查。

第一項設施之停止運轉，未經報請主管機關核准，持續達一年以上者，視為永久停止運轉，其除役程序依第一項規定。

第一項之除役，應於永久停止運轉後十五年內完成。

第二十四條 放射性廢棄物最終處置設施之土地再利用或免於監管，其經營者應檢附經環境保護主管機關核准之環境影響評估資料及輻射安全評估報告，報請主管機關核准後實施。

第二十五條 放射性廢棄物之輸入、輸出、過境、轉口、運送、廢棄或轉讓，非經主管機關許可，不得為之；其申請許可應備文件、審核程序及其他應遵行事項之辦法，由主管機關另定之。

前項運作過程中之管制及相關處分事項，準用第十五條規定。

第二十六條 核子反應器設施廠址內，安全分析報告所涵蓋之放射性廢棄物處理或貯存設施，其興建或運轉之申請，得與核子反應器設施之建造執照及運轉執照申請合併辦理。

前項放射性廢棄物處理或貯存設施之除役，經報請主管機關核准者，得與核子反應器設施之除役合併辦理

第二十七條 放射性廢棄物處理設施，應由合格運轉人員負責操作。運轉人員之資格，由主管機關定之。

第二十八條 放射性廢棄物產生者應負擔其廢棄物處理、運送、貯存、最終處置及設施除役所需費用。

第二十九條 放射性廢棄物之處理、運送、貯存及最終處置，應由放射性廢棄物產生者自行或委託具有國內、外放射性廢棄物最終處置技術能力或設施之業者處置其廢棄物；產生者應負責減少放射性廢棄物之產生量及其體積。其最終處置計畫應依計畫時程，切實推動。

前項之業者接受委託處理、運送、貯存及最終處置之收費標準，應報請主管機關核定之。

第三十條 放射性廢棄物最終處置設施應接收全國所產生之放射性廢棄物；本法施行前，前條第一項接受委託處理或貯存之放射性廢棄物，其最終處置所需費用，由政府編列預算支應。

第三十一條 本章規定，於一定活度或比活度以下之放射性廢棄物，及天然放射性物質衍生之廢棄物，不適用之。

前項一定活度或比活度以下放射性廢棄物之限值與其管理辦法及天然放射性物質衍生廢棄物之管理辦法，由主管機關定之。

第四章 罰則

第三十二條 有下列情形之一者，處三年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣三百萬元以下罰金：

一、違反第九條第一項、第三項、第十八條第一項或第二項規定運轉。

二、違反第十三條第一項或第二十二條準用第十三條第一項規定，不遵行主管機關之停止興建或運轉命令。

棄置放射性廢棄物者，處五年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺

幣六百萬元以下罰金。

因過失犯前項之罪者，處一年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣二百萬元以下罰金。

第三十三條 違反第八條第一項或第十七條第一項規定擅自建廠者，處新臺幣五百萬元以上二千五百萬元以下罰鍰，並勒令停工、補辦手續；必要時，得限期令其拆除設施。

依前項規定勒令停工後，擅自復工，或屆期未拆除設施者，處新臺幣一千萬元以上五千萬以下罰鍰，並強制其拆除設施。

依前項規定強制拆除後，擅自復工經制止不從者，處一年以下有期徒刑或拘役，得併科新臺幣一千萬元以下罰金。

第三十四條 未依第十四條第一項、第二十三條第一項或第二項規定提出除役、封閉或監管計畫者，處新臺幣二百萬元以上一千萬元以下罰鍰，並令其限期提出計畫。

違反第十四條第一項、第二十三條第一項或第二項規定，未依主管機關核准之除役、封閉或監管計畫實施者，處新臺幣五百萬元以上二千五百萬元以下罰鍰。

經依第一項規定限期提出除役、封閉或監管計畫，屆期未提出者，處一年以下有期徒刑或拘役，得併科新臺幣一千萬元以下罰金。

第三十五條 法人之負責人、法人或自然人之代理人、受僱人或其他從業人員，因執行業務犯前三條之罪者，除依各該條規定處罰其行為人外，對該法人或自然人亦科以各該條之罰金。

第三十六條 違反第二十四條規定擅自為土地再利用或停止監管者，處新臺幣二千萬元以上一億元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期未改善者，按次連續處罰。

第三十七條 未依第十四條第三項、第二十三條第五項規定期限完成除役者或未依第二十九條第一項計畫時程執行最終處置計畫者，處新臺幣一千萬元以上五千萬以下罰鍰，並得按年處罰。

第三十八條 有下列情形之一者，處新臺幣二百萬元以上一千萬元以下罰鍰，並

令其限期改善；屆期未改善者，得令其全部或一部停止興建、運轉或廢止其執照：

一、違反第十二條或第十九條第一項規定。

二、違反第十條或第二十條規定，未按時製作、定期提出相關紀錄、報告或其內容記載不實。

第三十九條 規避、妨礙或拒絕第七條第一項、第十三條第一項、第十五條第二項、第三項、第二十二條準用第十三條第一項或第二十五條第二項準用第十五條第二項、第三項規定之檢查、偵測或檢送紀錄、資料者，處新臺幣二百萬元以上一千萬元以下罰鍰，並得按次連續處罰及強制檢查。

第四十條 違反第六條、第十一條第一項、第十五條第一項、第二十五條第一項或第二十七條第一項規定者，處新臺幣二百萬元以上一千萬元以下罰鍰。

第四十一條 違反第五條規定，執照記載事項變更時，未於限期內申請變更登記者，處新臺幣一百萬元以上五百萬元以下罰鍰。

第四十二條 違反依第十五條第五項或第二十一條所定安全管理規則之規定者，處新臺幣五十萬元以上二百五十萬元以下罰鍰，並令其限期改善；屆期未改善者，得按次連續處罰，並得令其停止作業

第四十三條 依本法所處之罰鍰，經限期繳納，屆期未繳納者，依法移送強制執行。

第四十四條 經依第十三條第一項或第二十二條準用第十三條第一項規定廢止執照者，自廢止之日起，一年內不得申領同類執照。

第四十五條 依本法處以罰鍰之案件，並得沒入核子原料、核子燃料或放射性廢棄物。

違反本法經沒收或沒入之物，由主管機關處理或監管者，所需費用，由受處罰人或物之所有人負擔。

前項費用，經主管機關限期繳納，屆期未繳納者，依法移送強制執行。

第五章 附則

第四十六條 核能發電之經營者應以核能後端營運基金額度提撥百分之二以上之金額籌撥經費，進行放射性物料營運技術及最終處置之研究發展。

前項研究發展有傑出貢獻者，得予獎勵；其辦法，由主管機關定之。

第四十七條 主管機關依本法規定實施管制、受理申請許可及核發證照，得收取檢查費、審查費及證照費；其費額，由主管機關定之。

第四十八條 本法施行前，已取得主管機關同意設置之核子原料、核子燃料生產或貯存設施及放射性廢棄物處理或貯存設施，視為已取得運轉執照，得繼續運轉至原核准有效期限屆滿為止。

本法施行前，已負責操作核子原料或核子燃料生產設施及放射性廢棄物處理設施之運轉人員，得繼續操作原有設施。但應於本法施行後二年內，取得合格之資格。

第四十九條 本法公布施行後，主管機關應督促廢棄物產生者規劃國內放射性廢棄物最終處置設施之籌建，並要求廢棄物產生者解決放射性廢棄物最終處置問題。

本法公布施行後，以教學、研究、醫療為目的之新建核子原料、核子燃料生產或貯存設施，得以前項規劃籌建之最終處置設施暫代第九條第二項之規定。

本法公布施行後，處理、運送、貯存因教學、研究、醫療、農業或核能發電以外工業而產生之放射性廢棄物之業者，得以第一項規劃籌建之最終處置設施暫代第二十九條第一項之規定。

第五十條 本法施行細則，由主管機關定之。

第五十一條 本法自公布日施行。

附錄C--放射性物料管理法施行細則

中華民國九十二年七月三十日

會物字第0920018935號函發文實施

- 第一條 本細則依放射性物料管理法（以下簡稱本法）第五十條規定訂定之。
- 第二條 本法第四條第一款所定鈾、鈾等礦物，其分類如下：
- 一、鈾礦物、鈾礦物或鈾鈾混合之礦物，其含有鈾、鈾之成分重量比在百分之〇·〇五以上者。
 - 二、任何物理或化學形式之鈾、鈾或二者之混合物，其含有鈾、鈾之成分重量比在百分之〇·〇五以上者。
- 第三條 本法第四條第二款所稱能由原子核分裂之自續連鎖反應而產生能量之物料，指含鈾、鈾—二三三、鈾—二三五及以鈾—二三三或鈾—二三五濃縮之物料。
- 第四條 本法第四條第三款所稱放射性廢棄物，其分類如下：
- 一、高放射性廢棄物：指備供最終處置之用過核子燃料或其經再處理所產生之萃取殘餘物。
 - 二、低放射性廢棄物：指前款以外之放射性廢棄物。
- 第五條 本法所稱放射性廢棄物處理設施，指具有放射性廢棄物收集、處理、盛裝及輻射監測系統、組件或設備，且用於改變放射性廢棄物核種濃度、體積或形態之廠房或場所。
- 第六條 本法所稱放射性廢棄物貯存設施，指具有輻射防護與廢棄物貯存功能、廢棄物吊卸設備及輻射監測系統，且供存放重量大於三千公斤、活度大於三百七十億貝克備供最終處置放射性廢棄物之廠房或場所。
- 第七條 依本法核發之執照，其記載事項有變更者，執照持有人應依本法第五條規定，自變更之日起三十日內，向主管機關申請變更登記。
- 第八條 依本法第九條第一項規定申請核子原料、核子燃料生產或貯存設施運轉執照者，應於生產或貯存設施興建完成後，先檢附試運轉計畫，向主管機關申請核准進行試運轉。
- 依前項規定進行試運轉完成後，應填具申請書，並檢附下列資料，向主管機關申請核發運轉執照：
- 一、最新版之安全分析報告。
 - 二、設施運轉技術規範。

- 三、試運轉報告。
- 四、意外事件應變計畫。
- 五、國內、外放射性廢棄物最終處置設施之貯存許可或代處理契約影本。
- 六、其他經主管機關指定之資料。

主管機關對於前項申請案之審查，其處理期間為三個月。

第九條 依本法第九條第三項規定向主管機關申請換發運轉執照者，應填具申請書，並檢附下列資料，必要時，主管機關得要求其併提出除役規劃報告：

- 一、最新版之安全分析報告。
- 二、換照安全評估報告。
- 三、國內、外放射性廢棄物最終處置設施之貯存許可或代處理契約影本。

第十條 前條第二款之換照安全評估報告，應載明下列事項：

- 一、歷年營運狀況及異常事件統計分析。
- 二、最近十年放射性物質外釋及環境輻射監測之統計分析。
- 三、最近十年工作人員及設施周圍民眾輻射劑量之統計分析。
- 四、設施設備更換及改善狀況。
- 五、安全系統功能評估。
- 六、設施再運轉年限評估。
- 七、其他經主管機關指定之事項。

第十一條 依第九條規定提出之除役規劃報告，應載明下列事項：

- 一、除役執行單位之組織。
- 二、待除役設施之描述。
- 三、待除役設施之輻射狀況評估。
- 四、放射性廢棄物之種類及數量。
- 五、除役各階段人力及技術規劃。
- 六、各階段工作說明及時程。
- 七、輻射劑量評估及防護措施。
- 八、其他經主管機關指定之事項。

第十二條 核子原料、核子燃料生產或貯存設施經營者，依本法第十條規定應向主管機關提出各種報告及紀錄之期限，依下列各款之規定：

- 一、有關運轉、輻射防護及環境輻射監測年報，於每年結束後三個月內提出。

- 二、每半年之核子原料或核子燃料生產、庫存及銷售紀錄，於每年一月三十一日及七月三十一日以前提出。
- 三、環境輻射監測季報，於每季結束後六十日內提出。
- 四、每月之放射性廢棄物產生、處理、貯存及最終處置紀錄，於次月月底前提出。
- 五、異常或緊急事件報告，於事件發現時起二小時內通報，並於事件發現之日起三十日內提出書面報告。

第十三條 前條第五款所稱異常或緊急事件，指有下列情事之一：

- 一、因天然災害或其他因素，對設施運轉安全造成實質影響或嚴重阻礙運轉人員安全運轉。
- 二、設施運轉時發生安全分析報告中未曾分析之狀況、超出設計基準之狀況或運轉與緊急操作程序書未涵蓋之狀況，而可能影響安全。
- 三、人員受放射性污染且須送至設施外就醫。
- 四、人員輻射劑量或設施排放放射性物質之廢氣或廢水，超過游離輻射防護法之規定。
- 五、核子原料或核子燃料在吊卸或運送過程中發生意外事故。
- 六、核子原料、核子燃料或放射性廢棄物遺失、遭竊或受破壞。
- 七、其他經主管機關認定之情事。

第十四條 核子原料或核子燃料生產設施運轉人員，應具有下列資格之一，並經主管機關發給合格證明書，始得負責操作：

- 一、專科以上學校理、工、農、醫系、科畢業或同等學力，經訓練合格，於現場實習三個月以上或全程參與試運轉者。
- 二、高中（職）以上學校畢業或同等學力，經訓練合格，於現場實習六個月以上或全程參與試運轉者。

前項訓練，包括資格取得訓練及現職運轉人員再訓練；其訓練時數如下：

一、資格取得訓練：

- （一）核子原料生產設施運轉人員訓練總時數應在六十小時以上，其中設施系統及操作程序之訓練時數應在四十小時以上，輻射安全訓練時數應在二十小時以上，並應經測驗合格。

(二) 核子燃料生產設施運轉人員訓練總時數應在二百四十小時以上，其中設施系統及操作程序之訓練時數應在二百小時以上，輻射安全訓練時數應在四十小時以上，並應經測驗合格。

二、現職運轉人員再訓練：每年再訓練之時數，應為前款資格取得訓練時數之十分之一以上，並應經測驗合格。

第十五條 申請核子原料、核子燃料生產設施運轉人員合格證明書者，應填具申請書，並檢附下列證明文件，向主管機關為之：

- 一、學歷證件影本。
- 二、訓練合格證明。
- 三、現場實習證明。

前項合格證明書有效期間三年，期滿三十日前，應填具換發申請書及再訓練合格證明，向主管機關申請換發

第十六條 本法第十二條第二款所稱新增安全問題，指有下列情形之一：

- 一、發生事故之機率增高、事故後果之嚴重性增高或重要安全設備失效之機率高於安全分析報告之估計。
- 二、可能發生安全分析報告未曾分析之事故。
- 三、安全餘裕降低。

第十七條 本法第十三條第一項所稱於興建期間有危害公眾健康、安全或環境生態之虞者，指有下列情事之一：

- 一、發現設計有重大缺陷或涉及前條各款之事項，而未經適當評估解決。
- 二、現場作業與安全分析報告之內容有重大差異，而影響安全功能。
- 三、品質保證方案之執行有嚴重缺陷，對現場工程品質有重大影響。
- 四、發生重大意外事件，對現場作業有不良影響。
- 五、其他經主管機關認定之情事。

第十八條 本法第十三條第一項所稱於運轉期間有危害公眾健康、安全或環境生態之虞者，指有下列情事之一：

- 一、
 - 未依運轉技術規範之規定運轉。
 - 二、經主管機關評估相關文件、資料、紀錄或檢查結果，顯示核子原料、核子燃料生產或貯存設施未能符合本法第八條第一項各款規定。
 - 三、依環境輻射監測結果，對設施外輻射劑量率於一小時內超過 0。

0 一毫西弗，或估算對設施外一般人所造成之個人年有效等效劑量超過 0.25 毫西弗。

四、提供不實之文件、資料或紀錄，申請核子原料、核子燃料生產或貯存設施運轉執照，致影響主管機關核發執照之正確性。

五、其他經主管機關認定之情事。

第十九條 經營者依本法第十四條第一項或第二十三條第一項規定申請核子原料、核子燃料生產或貯存設施、放射性廢棄物處理或貯存設施之除役者，應填具申請書，並檢附除役計畫，向主管機關為之。

主管機關對於前項申請案之審查，其處理期間為六個月。

第一項設施依本法第十四條第二項或第二十三條第四項規定視為永久停止運轉者，其經營者應自主管機關認定之日起六個月內，依第一項規定申請除役。

依第一項規定除役後之設施，其對一般人造成之個人年有效等效劑量不得超過 0.25 毫西弗

第二十條 經營者依本法第十四條第一項規定擬訂之除役計畫，應載明下列事項：

一、設施綜合概述。

二、除役目標及工作時程。

三、除污方式及放射性廢棄物減量措施。

四、除役廢棄物之類別、特性、數量、處理、運送及貯存。

五、輻射劑量評估及輻射防護措施。

六、環境輻射監測。

七、人員訓練。

八、核子原料或核子燃料料帳管理。

九、廠房或土地再利用規劃。

十、品質保證方案。

十一、意外事件應變方案。

十二、其他經主管機關指定之事項。

經營者依本法第二十三條第一項規定擬訂之除役計畫，應載明前項第一款至第七款、第九款至第十一款及其他經主管機關指定之事項。

第二十一條 依本法第十五條第二項規定製作之料帳紀錄，應於每年一月三十一日及七月三十一日以前報送主管機關備查；必要時，主管機關得命其盤點存量，並於一個月內報送料帳紀錄。

第二十二條 本法第十六條第一項所定一定重量以下之核子原料如下：

- 一、鐳條、真空管及白熱燈罩，每根含鈾量在二公克以下者。
- 二、太陽燈、殺菌燈或工業戶外照明燈，每一燈具含鈾量在二公克以下者。
- 三、照明燈，每一燈具含鈾量在〇·〇五公克以下者。
- 四、人員中子劑量計，每一劑量計含鈾量在〇·〇五公克以下者。
- 五、含鈾之光學透鏡，每一透鏡含鈾成分重量比在百分之三十以下者。
- 六、照相軟片、負片或相片，每片含鈾或鈾量在二公克以下者。
- 七、含鎢或鎂鈾合金之成品或半成品，合金部分含鈾成分之重量比在百分之四以下者。
- 八、上釉陶製器皿，其上釉部分含核子原料成分重量比在百分之二十以下者。
- 九、玻璃器皿，其含核子原料成分重量比在百分之十以下者。
- 十、壓電陶製品，其含核子原料成分重量比在百分之二以下。
- 十一、稀土金屬與其化合物、混合物及產品，其含核子原料成分重量比在百分之〇·二五以下者。
- 十二、飛機引擎之鎳鈾合金中含鈾成分之重量比在百分之四以下。
- 十三、用鈾作為屏蔽材料之射源運送容器，其鈾—二三五占鈾成分重量比在百分之〇·七一一以下者。
- 十四、安裝於飛機、火箭、投射物或飛彈中供作平衡器之鈾，其鈾—二三五占鈾成分重量比在百分之〇·七一一以下者。
- 十五、玻璃磚、陶磚或其他供建築用之玻璃或陶製品。
- 十六、其他經主管機關指定者。

第二十三條 本法第十六條第一項所定一定活度以下之核子原料如下：

- 一、火災偵檢器，每一偵檢器含鈾活度在一百八十五貝克以下者。
- 二、含鈾、鈾之活度符合輻射源豁免管制標準者。
- 三、其他經主管機關指定者。

第二十四條 本法第十六條第一項所定一定活度以下之核子燃料如下：

- 一、含鈾—二三三、鈾—二三五之總活度在三萬七千貝克以下者。
- 二、含鈾之活度符合輻射源豁免管制標準者。
- 三、其他經主管機關指定者。

第二十五條 本法第十六條第一項所定一定重量以下之核子原料、核子燃料生產

或貯存設施如下：

- 一、研究或實驗用之核子原料生產設施，每批次產量中鈾、鈾之總重量在十公斤以下者。
- 二、研究或實驗用之核子燃料生產設施，每批次產量中鈾—二三五在一百公克以下，鈾、鈾—二三三在十五公克以下者。
- 三、研究或實驗用之核子原料貯存設施，其貯存之鈾、鈾在一有效公斤以下者。
- 四、研究或實驗用之核子燃料貯存設施，其貯存之鈾在一有效公斤以下，且未含用過核子燃料、鈾及鈾—二三三者。
- 五、其他經主管機關指定者。

前項第三款及第四款所稱有效公斤，指鈾或鈾按下列方法計算所得之重量：

- 一、含鈾—二三三或鈾—二三五重量比在百分之一以上之鈾，以公斤為單位之鈾重量與鈾—二三三、鈾—二三五重量比平方之乘積。
- 二、含鈾—二三三或鈾—二三五重量比在千分之五以上未滿百分之一之鈾，以公斤為單位之鈾重量乘以萬分之一。
- 三、含鈾—二三三或鈾—二三五重量比未滿千分之五之鈾，以公斤為單位之鈾重量乘以十萬分之五。
- 四、鈾，以公斤為單位之鈾重量乘以十萬分之五。

第二十六條 依本法第十八條第一項規定申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施運轉執照者，應先檢附試運轉計畫，報經主管機關核准進行試運轉。

依前項規定完成試運轉後，應填具申請書，並檢附下列資料，向主管機關申請核發運轉執照：

- 一、最新版之安全分析報告。
- 二、設施運轉技術規範。
- 三、試運轉報告。
- 四、意外事件應變計畫。
- 五、其他經主管機關指定之資料。

主管機關對於前項申請案之審查，其處理期間如下：

- 一、申請放射性廢棄物處理或貯存設施者，三個月。
- 二、申請低放射性廢棄物最終處置設施者，六個月。

三、申請高放射性廢棄物最終處置設施者，一年。

第二十七條 依本法第十八條第一項規定所核發運轉執照之有效期間，放射性廢棄物處理設施或貯存設施最長為四十年，最終處置設施最長為六十年。

第二十八條 依本法第十八條第二項規定向主管機關申請換發運轉執照者，應填具申請書，並檢附最新版之安全分析報告及換照安全評估報告。必要時，主管機關得要求其併提出除役規劃報告。

第二十九條 前條之換照安全評估報告及除役規劃報告應載明事項，分別準用第十條及第十一條規定。

第三十條 經營者依本法第二十條規定向主管機關提出放射性廢棄物處理、貯存或最終處置報告之期限，依下列各款之規定：

一、每年之運轉、輻射防護及環境輻射監測年報，於當年結束後三個月內提出。

二、每季之環境輻射監測季報，於當季結束後六十日內提出。

三、每月之放射性廢棄物處理量、產生量或貯存量等報告，於次月月底前提出。但放射性廢棄物最終處置設施於監管期間者，免予提出。

四、異常或緊急事件報告：

（一）核子反應器設施內者：依核子反應器設施相關管制法規之規定辦理。

（二）核子反應器設施外者：於事件發現時起二小時內通報，並於事件發現之日起三十日內提出書面報告。

第三十一條 前條第四款所稱異常或緊急事件，指有下列情事之一：

一、因天然災害或其他因素，對設施運轉安全造成實質影響或嚴重阻礙運轉人員安全運轉。

二、設施運轉時發生安全分析報告中未曾分析之狀況、超出設計基準之狀況或運轉與緊急操作程序書未涵蓋之狀況，而可能影響安全。

三、人員受放射性污染且須送至設施外就醫。

四、人員輻射劑量或設施排放放射性物質之廢氣或廢水，超過游離輻射防護法之規定。

五、放射性廢棄物在吊卸或運送過程中發生意外事故。

六、放射性廢棄物遺失、遭竊或受破壞。

七、其他經主管機關認定之情事。

第三十二條 放射性廢棄物最終處置設施之封閉，其經營者依本法第二十三條第二項規定擬訂之封閉計畫，應載明下列事項：

- 一、執行單位之組織。
- 二、地表設施拆除與除污作業程序。
- 三、開挖地區之回填作業。
- 四、場址封閉後之穩定化作業。
- 五、長期安全性評估。
- 六、封閉後事故分析與應變作業。
- 七、品質保證方案。
- 八、其他經主管機關指定之事項。

第三十三條 放射性廢棄物最終處置設施之封閉，其經營者依本法第二十三條第二項規定擬訂之監管計畫，應載明下列事項：

- 一、執行單位之組織。
- 二、場址保安作業。
- 三、環境輻射監測作業。
- 四、品質保證方案。
- 五、紀錄及檔案管理。
- 六、其他經主管機關指定之事項。

第三十四條 放射性廢棄物最終處置設施對一般人之個人年有效等效劑量低於0.25毫西弗者，其經營者始得依本法第二十四條規定向主管機關申請核准其設施之土地再利用或免於監管。

前項申請，應填具申請書，並檢附經環境保護主管機關核准之環境影響評估資料及載明下列事項之輻射安全評估報告：

- 一、最終處置設施及其鄰接區域之描述。
- 二、運轉、封閉及監管期間之環境輻射監測資料。
- 三、運轉、封閉及監管期間影響最終處置設施及其鄰接地區之自然人文活動。
- 四、土地再利用計畫。
- 五、土地再利用之輻射安全評估。
- 六、其他經主管機關指定之事項。
- 七、主管機關對於第一項申請案之審查，其處理期間為六個月。

第三十五條 放射性廢棄物處理設施運轉人員應具備之資格與訓練及合格證明

書之申請、有效期間、換發，準用第十四條及第十五條有關核子原料生產設施運轉人員之規定。

第三十六條 本法第四十九條第二項及第三項規定以外之低放射性廢棄物產生者或負責執行低放射性廢棄物最終處置者，應於本法施行後一年內，提報低放射性廢棄物最終處置計畫，經主管機關核定後，切實依計畫時程執行；每年二月及八月底前，應向主管機關提報上半年之執行成果。

低放射性廢棄物最終處置計畫及計畫時程修正時，應敘明理由及改正措施，報經主管機關核定後執行。

第三十七條 本法第四十九條第二項及第三項規定以外之高放射性廢棄物產生者或負責執行高放射性廢棄物最終處置者，應於本法施行後二年內，提報高放射性廢棄物最終處置計畫，經主管機關核定後，切實依計畫時程執行；每年二月及十月底前，應分別向主管機關提報前一年之執行成果及次一年之工作計畫。

高放射性廢棄物最終處置計畫，每四年應檢討修正；修正時，應敘明理由及改正措施，報經主管機關核定後執行

第三十八條 本細則所定申請書表、證明書及證明文件之格式，由主管機關定之。

第三十九條 本細則自發布日施行。

附錄D--低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則

中華民國九十二年九月十日

會物字第0920023657號函發文實施

第一章 總則

第一條 本規則依放射性物料管理法第二十一條規定訂定之。

第二條 本規則用詞定義如下：

- 一、 固化包裝：指將廢棄物轉化為較穩定之固化體及封裝廢棄物於容器內，使廢棄物包件之操作，適於裝卸、運送、貯存及處置。
- 二、 瀝濾指數：指放射性核種從廢棄物固化體瀝出之指標。廢棄物固化體經連續進行十次之瀝濾實驗，由實驗數據求出單一核種之有效擴散係數，取其倒數之常用對數，求出十次瀝濾之平均值。
- 三、 低放射性廢棄物最終處置設施（以下簡稱低放處置設施）：指用來處置低放射性廢棄物之土地、建物、結構體及設備。
- 四、 多重障壁：指放射性廢棄物處置設施用以遲滯放射性核種之瀝濾、洩漏、遷移之廢棄物固化體、盛裝容器、緩衝與回填材料、工程結構物，以及地層等工程和天然障壁之多重組合。
- 五、 處置管制地區：指放射性廢棄物處置設施邊界範圍內之地表及其地下區域，管制地區須以適當標誌標示處置設施邊界。

第二章 低放射性廢棄物最終處置要求

第三條 低放射性廢棄物依其放射性核種濃度分類規定如下：

- 一、 A類廢棄物：指低放射性廢棄物所含核種濃度低於（含）附表一濃度值之十分之一倍及低於（含）附表二第一行之濃度值者；或廢棄物所含核種均未列入附表一及附表二者。
- 二、 B類廢棄物：指低放射性廢棄物所含核種濃度高於附表二第一行之濃度值且低於（含）第二行之濃度值者。
- 三、 C類廢棄物：指低放射性廢棄物所含核種濃度高於附表一濃度值十

分之一倍且低於（含）附表一之濃度值者；或高於附表二第二行之濃度值且低於（含）第三行之濃度值者。

四、超C類廢棄物：指低放射性廢棄物所含核種濃度高於附表一之濃度值者；或高於附表二第三行之濃度值者。

第四條 低放射性廢棄物最終處置，應依下列規定：

一、A類廢棄物應符合第五條之規定。A類廢棄物與B類廢棄物或C類廢棄物混合處置者，應符合B類廢棄物或C類廢棄物之相關規定。

二、B類廢棄物應固化包裝，其廢棄物應符合第五條及第六條之規定。B類廢棄物與C類廢棄物混合處置者，應符合C類廢棄物之相關規定。

三、C類廢棄物應固化包裝，其廢棄物除符合第五條及第六條之規定外，應加強處置區之工程設計，以保障監管後誤入者之安全。

四、超C類廢棄物非經主管機關核准，不得於低放處置設施進行處置。

第五條 低放處置設施最終處置之廢棄物，應符合下列規定：

一、自由水之體積不得超過總體積百分之零點五。

二、在常溫常壓下不致引起爆炸。

三、具耐火性。

四、不得含有毒性、腐蝕性及感染性之物質。

五、不得含有或產生危害人體之有毒氣體、蒸氣及煙霧。

第六條 廢棄物經均勻固化後，應符合下列規定：

一、水泥固化體單軸抗壓強度，應大於每平方公分十五公斤；柏油固化體之抗壓強度以針入度測試，其針入度應小於一〇〇。

二、瀝濾指數應大於六。

三、水泥固化體經耐水性測試後，應符合第一款之規定。

四、經耐候性測試後，應符合第一款之規定。

五、經耐輻射測試後，應符合第一款及第二款之規定。

六、經耐菌性測試後，應符合第一款之規定。

前條第一款、第三款及前項規定之測試項目、方法及標準如附表三。

第三章 低放處置設施之場址及設計要求

第七條 低放處置設施場址，應符合下列規定：

- 一、不得位於活動斷層及其他足以影響處置設施安全之地區。
- 二、不得位於地質化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並可能危及處置設施之地區。
- 三、不得位於地表水文條件、地下水文條件及地質可能危及處置設施之地區。
- 四、不得位於已知或經政府公告之生態保護區。
- 五、不得位於已知重要天然資源或經政府公告為國家資源之地區。
- 六、不得位於已知或經政府公告之史蹟保護區。
- 七、不得位於高人口密度及具開發潛力之地區。

第八條 低放處置設施之設計，應確保其對設施外一般人所造成之個人年有效等效劑量，不得超過○·二五毫西弗，並應符合合理抑低原則。

第九條 低放處置設施應採多重障壁之設計，並依廢棄物分類特性分區處置。

第十條 低放處置設施與安全有關系統及組件之設計，應符合下列規定：

- 一、可進行檢查、維護及測試。
- 二、防範可預期之天然災害。
- 三、具備緊急應變功能。
- 四、具有相互替代性或備份。

第十一條 低放處置設施封閉前，其排水與防滲設計，應能防止廢棄物與積水或滲漏水接觸。

第十二條 低放處置設施之保安與警示設計，應能防止人員誤闖或占用。

第四章 低放射性廢棄物處置作業安全要求

第十三條 低放處置設施於封閉時，應考量監管結束後之土地再利用。

第十四條 低放處置設施完成封閉後，應對處置管制地區進行至少五年之觀察及監測。

第十五條 低放處置設施之重要結構體、系統與組件之設計、製造、安裝、測試及維護等紀錄，應永久保存備查。

第十六條 低放處置設施經營者，於處置設施興建前，應取得處置管制地區之土地所有權或使用權。

第五章 附則

第十七條 低放處置設施經營者，於運轉期間，每五年應更新其安全分析報告，送主管機關備查。

第十八條 本規則自發布日施行。

附表一：單一長半化期核種濃度值

核種	濃度值
^{14}C	0.30 TBq/m ³
^{14}C (活化金屬內)	3.0 TBq/m ³
^{59}Ni (活化金屬內)	8.1 TBq/m ³
^{94}Nb (活化金屬內)	0.0074 TBq/m ³
^{99}Tc	0.11 TBq/m ³
^{129}I	0.0030 TBq/m ³
TRU(半化期大於5年之超鈾阿伐放射核種)	3.7 kBq/g
^{241}Pu	130 kBq/g
^{242}Cm	740kBq/g

附表二：單一短半化期核種濃度值

核種	濃度值 (TBq/m ³)		
	第一行	第二行	第三行
半化期小於 5 年之所有核種總和	26	註一	註一
³ H	1.5	註一	註一
⁶⁰ Co	26	註一	註一
⁶³ Ni	0.13	2.6	26
⁶³ Ni (活化金屬內)	1.3	26	260
⁹⁰ Sr	0.0015	5.6	260
¹³⁷ Cs	0.037	1.6	170

註一：B類廢棄物及C類廢棄物並無此核種濃度值之限制。可從實際執行運送、吊卸與最終處置作業時，考量體外輻射與衰變熱，而限制這些核種之濃度。除非由本表內其他核種決定廢棄物歸於C類廢棄物，否則應歸於B類廢棄物。

註二：多核種之分類：

若低放射性廢棄物中含有多核種時，其分類應按下式判斷。

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{i,0}} \leq 1$$

式中

C_i ：第 i 個核種之濃度。

$C_{i,0}$ ：第 i 個核種第 0 (0=A,B,C) 類之濃度值。

n ：所含核種之數目。

若滿足上式，則可歸為第 0 (0=A,B,C) 類廢棄物。

附表三 低放射性廢棄物均勻固化體測試項目、方法及標準

項次	測試項目	測試方法	標準
一	自由水	ANSI/ANS 55.1 方法。	1.自由水含量小於固化體體積之百分之零點五。 2.自由水之 pH 值應大於 6。
二	耐火性	1.水泥及玻璃固化體免測。 2.柏油固化體以 ASTM-D92 方法。 3. 塑膠固化體以 ASTM-D2863 方法。	1.柏油固化體之燃燒點應大於 250°C。 2. 塑膠固化體之燃燒指數 Oxygen Index 應大於 28。
三	抗壓強度	1.除柏油固化體外，一般固化體以 ASTM-C39 測試。 2.柏油固化體以 ASTM-D5 測試針入度。	1.除柏油固化體外，一般固化體之抗壓強度應大於每平方公分 15 公斤。 2.柏油固化體之針入度應小於 100。 3.柏油固化體含柏油重量比應超過百分之五十以上。
四	瀝濾率	ANS 16.1(水泥固化體可測試五天)	固化體內各核種瀝濾指數應大於 6。
五	耐水性	固化體須浸水 90 天後測試抗壓強度 (常溫下)。	測試結果應符合第三項之標準。
六	耐候性	固化體經溫、濕度循環變化後測試抗壓強度。	測試結果應符合第三項之標準。
七	耐輻射性	固化體以 Co-60 之加馬輻射照射，吸收劑量達一百萬戈雷 (Gy)後測試抗壓強度及核種瀝濾率。	1.抗壓強度測試結果應符合第三項之標準。 2.核種瀝濾率測試結果應符合第四項之標準。
八	耐菌性	ASTM G21 及 G22 後再測抗壓強度。	測試結果應符合第三項之標準。

附錄E--放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法

中華民國九十三年四月七日

會物字第0930010683號函發文實施

第一條 本辦法依放射性物料管理法（以下簡稱本法）第十七條第三項規定訂定之。

第二條 依本法第十七條第一項申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施建造執照者(以下簡稱申請者)，應具備下列資格之一：

- 一、放射性廢棄物產生者。
- 二、政府依法設立之機關（構）。
- 三、依公司法設立之股份有限公司，其最低實收股本總額如下：
 - （一）放射性廢棄物處理或貯存設施：新臺幣一億元。
 - （二）低放射性廢棄物最終處置設施：新臺幣十億元。
 - （三）高放射性廢棄物最終處置設施：新臺幣一百億元。

申請者為非營利之機關（構）時，其設立基金之財產總額最低限制，準用前項第三款之規定。

第三條 申請者應填具申請書，並檢附安全分析報告及財務保證說明，送主管機關審查並繳交審查費。

放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施應實施環境影響評估者，前項申請並應檢附環境保護主管機關認可之環境影響評估相關資料。

第四條 前條第一項安全分析報告，應載明下列事項：

- 一、綜合概述。
- 二、場址之特性描述。
- 三、設施之設計基準。
- 四、設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫。
- 五、設施之安全評估，含預期之意外事故評估。
- 六、輻射防護作業及環境輻射監測計畫。
- 七、品質保證計畫。
- 八、消防防護計畫。
- 九、其他經主管機關公告之事項。

前項安全分析報告除應載明前項之事項外，申請處理或貯存設施建照執

照者，應增列除役初步規劃；最終處置設施應增列封閉及監管規劃。申請高放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施建造執照者，應再增列保安計畫及料帳管理計畫。

第五條 前條第二項保安計畫，應載明下列事項：

- 一、保安工作之組織、管理及訓練。
- 二、保安區域之劃定及管制。
- 三、周界實體阻隔物、入侵偵測及警報監視系統。
- 四、保安通訊設施及與警察機關協調支援事項。
- 五、保安系統測試、維護及各項紀錄保存。
- 六、其他經主管機關公告之事項。

第六條 申請放射性廢棄物處理或貯存設施建造執照者，其財務保證說明應載明負擔設施興建、運轉及除役所需經費來源及財務規劃；申請最終處置設施建造執照者，其財務保證說明應載明負擔設施興建、運轉、封閉及監管所需經費來源及財務規劃。

第七條 主管機關收受第三條第一項所定書件後，認有應補正情形者，應詳列補正所需資料，通知申請者限期補正，屆期未補正或補正書件不符規定者，主管機關不受理其申請案。

第八條 主管機關依本法第十七條第二項規定，將申請案公告展示期滿後，應於六十日內將個人、機關或團體所提書面意見彙整，舉行聽證，並於三十日內作成紀錄。

第九條 主管機關收受第三條第一項所定書件後，應於下列期限作成審查結論公告之：

- 一、低放射性廢棄物處理或貯存設施：六個月。
- 二、高放射性廢棄物處理或貯存設施：十個月。
- 三、低放射性廢棄物最終處置設施：一年。
- 四、高放射性廢棄物最終處置設施：三年。

第十條 前條審查期限，自申請者備齊書件，向主管機關繳交審查費之日起算。前項審查期限，不包括下列期間：

- 一、相關主管機關釋示法令或會商其他機關(構)未逾六十日之日數。
- 二、其他不可歸責於主管機關之日數。

第十一條 第九條審查結論認為應不予許可者，主管機關應駁回申請案。

第十二條 第九條審查結論認為應予許可者，主管機關應通知申請者繳交證照費後，發給建造執照。

第十三條 本辦法所定申請書表及證照之格式，由主管機關定之。

第十四條 本辦法自發布日施行。

附錄F--放射性物料管制收費標準

中華民國九十二年六月三日

會物字第0920013049號函發文實施

- 第一條 本標準依放射性物料管理法（以下簡稱本法）第四十七條規定訂定之。
- 第二條 依本法核發之執照，每件收取證照費新臺幣三千元。
核子原料、核子燃料生產設施或放射性廢棄物處理設施合格運轉人員證照費，新申請者每人收取新臺幣二千元；換發者每人收取新臺幣一千元。
- 第三條 主管機關督同國際原子能總署執行核子保防物料檢查費，每次每一核子反應器設施收取新台幣五萬元。
- 第四條 核子原料或核子燃料生產設施興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：
一、興建、運轉、除役審查費，每一申請案各新臺幣五百萬元。
二、興建、運轉、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣一百萬元。
- 第五條 核子原料或核子燃料貯存設施興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：
一、興建、運轉、除役審查費，每一申請案各新臺幣一百萬元。
二、興建、運轉、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣五十萬元。
前項核子原料或核子燃料貯存設施設於核子反應器設施、核子原料或核子燃料生產設施內，並已包含於原核發運轉執照之安全分析報告者，興建與運轉之審查費及檢查費免予收取。其與核子反應器設施、核子原料或核子燃料生產設施一併申請除役者，除役審查費及檢查費免予收取。
- 第六條 用過核子燃料貯存設施興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：
一、興建、運轉、除役審查費，每一申請案各新臺幣五百萬元。
二、興建、運轉、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣一百萬元。
前條第二項規定，於前項情形準用之。
用過核子燃料貯存容器審查費，每一申請案收取新臺幣一百萬元。
- 第七條 核子原料之持有、使用、輸入、輸出、過境、轉口、運送、貯存、廢棄、轉讓、租借或設定質權之申請許可審查費，每一申請案各收取新臺幣三千元。
於核子原料或核子燃料生產設施內持有或使用核子原料者，前項之審查費免予收取。

第八條 核子原料之檢查費，按許可文件所載鈾、鈾重量累計，其收費標準如下：

- 一、未滿一千公斤者，每年新臺幣五千元。
- 二、一千公斤以上未滿一萬公斤者，每增一千公斤（不足一千公斤者，以一千公斤計）每年加收新臺幣五千元。
- 三、一萬公斤以上者，每年新臺幣五萬元。

第九條 核子燃料之持有、使用、過境、轉口、廢棄、轉讓、租借或設定質權之申請許可審查費，每一申請案各收取新臺幣三萬元。

於核子反應器設施、核子原料或核子燃料生產設施內持有或使用核子燃料者，前項之審查費免予收取。

第十條 核子燃料之輸入、輸出與運送審查費及檢查費，其收費標準如下：

- 一、核子燃料安全管制計畫、運送計畫審查費，每一申請案各新臺幣十萬元。
 - 二、核子燃料輸入、輸出審查費，每一申請案各新臺幣一萬元。
 - 三、核子燃料運送檢查費，每運次新臺幣五萬元。
- 前項第一款及第三款之核子燃料運送，每一運次低於五公斤者，其費用免予收取。

第十一條 用過核子燃料之輸入、輸出與運送審查費及檢查費，其收費標準如下：

- 一、用過核子燃料安全管制計畫、運送計畫審查費，每一申請案各新臺幣一百萬元。
 - 二、用過核子燃料輸入、輸出審查費，每一申請案各新臺幣二萬元。
 - 三、用過核子燃料運送容器審查費每一申請案各新臺幣一百萬元。
 - 四、用過核子燃料運送檢查費，每運次新臺幣十萬元。
- 前項第一款及第三款之用過核子燃料運送，每一運次低於五公斤者，其費用免予收取。

第十二條 放射性廢棄物處理設施之興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：

- 一、興建、運轉、除役審查費，每一申請案各新臺幣一百萬元。
- 二、興建、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣一百萬元。
- 三、運轉檢查費，每年每一設施新臺幣一百萬元；但同一核子反應器設施內之處理設施超過一個者，每增一個處理設施加收新臺幣十萬元。

第五條第二項規定，於前項情形準用之。

第十三條 低放射性廢棄物貯存設施之興建、運轉與除役審查費及檢查費比照前條之規定。

核子反應器設施廠址外之低放射性廢棄物貯存設施之興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：

一、興建、運轉、除役審查費，每一申請案各新臺幣四百萬元。

二、興建、運轉、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣二百萬元。

低放射性廢棄物貯存或運送容器審查費，每一申請案收取新臺幣三十萬元。

第五條第二項規定，於第一項情形準用之。

第十四條 高放射性廢棄物貯存設施之興建、運轉與除役審查費及檢查費，其收費標準如下：

一、興建、運轉、換發運轉執照、除役審查費，每一申請案各新臺幣五百萬元。

二、興建、運轉、除役檢查費，每年每一設施各新臺幣一百萬元。

三、高放射性廢棄物貯存容器審查費，每一申請案收取新臺幣一百萬元。

第五條第二項規定，於第一項情形準用之。

第十五條 低放射性廢棄物最終處置設施興建、運轉、換發運轉執照、封閉與免於監管審查費及興建、運轉檢查費，其收費標準如下：

一、興建、運轉、換發運轉執照審查費，每一申請案各新臺幣一千萬元。

二、興建、運轉檢查費，每年每一設施各新臺幣五百萬元。

三、封閉或免於監管審查費，每一申請案新臺幣五百萬元。

四、封閉檢查費，每年每一設施各新臺幣三百萬元。

第十六條 高放射性廢棄物最終處置設施興建、運轉、封閉與免於監管審查費及場址特性調查、興建、運轉、封閉檢查費，其收費標準如下：

一、場址特性調查檢查費，每年每一設施新臺幣五百萬元。

二、興建、運轉審查費，每一申請案各新臺幣三千萬元。

三、興建、運轉、封閉檢查費，每年每一設施各新臺幣一千萬元。

四、封閉或免於監管審查費，每一申請案新臺幣一千萬元。

第十七條 申請一千公斤以上放射性廢棄物之輸入、輸出、過境、轉口、廢棄或轉讓之許可者，每一申請案各新臺幣三萬元。

第十八條 放射性廢棄物輸出以最終處置為目的者，低放射性廢棄物每一申請案收取審查費新臺幣五百萬元；高放射性廢棄物每一申請案收取審查費新臺幣二千萬元。

第十九條 放射性廢棄物之運送審查費及檢查費，其收費標準如下：

- 一、低放射性廢棄物運送計畫審查費，每一申請案新臺幣十萬元。
- 二、低放射性廢棄物運送檢查費，每運次新臺幣五萬元。
- 三、高放射性廢棄物運送計畫審查費，每一申請案新臺幣一百萬元。
- 四、高放射性廢棄物運送檢查費，每運次新臺幣十萬元。
- 五、高放射性廢棄物運送容器審查費，每一申請案收取新臺幣二百萬元。

低放射性廢棄物之運送，每一運次低於一千公斤者，運送計畫審查費及運送檢查費免予收取。

第二十條 主管機關之直屬機構及設置研究用核子反應器之教育機構，下列費用均免予收取：

- 一、核子原料或核子燃料之證照費、審查費及檢查費。
- 二、放射性廢棄物之處理、運送與貯存設施之審查費及檢查費。

第二十一條 審查費應於申請時收取，檢查費於執行檢查後收取，證照費於核發時收取。

各項費用經收取後，除有誤繳、溢繳、法令變更或正當理由外，一律不得退費或保留。

第二十二條 本標準自發布日起施行。

附錄G--低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則

附錄：低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要

第一章 概論

- 一、緣由及目的：說明申請單位之需求及處置設施設置之目的與規劃。
- 二、專有名詞：應使用政府機關所頒訂之專有名詞，若非常用或自行編譯之專有名詞，應明確定義並加註原文，以利對照。
- 三、引用法規及設計準則：
 - (一)撰寫報告時所採用之各種資料，其調查、分析、推估之方法，凡於現行法規中有規定者，應從其規定。
 - (二)按報告章節次序詳列撰寫報告時所引用的國內外法規及技術規範，並註明其名稱、公（發）布單位、日期及版次。

第二章 設施之綜合概述

- 一、位置：描述場址之地點、面積及場界，並以適當比例尺之地圖說明。
- 二、處置方式：說明廢棄物處置之型式及採用之緣由。
- 三、處置容量：說明處置設施可處置廢棄物的總體積量、各核種之總活度、及每年之處置量。
- 四、處置場區之規劃與配置：說明處置場區內各設施及作業之規劃，並以適當之比例尺繪製設施配置圖，圖上應標示比例尺、方位、區域名稱及設施名稱，標明輻射管制區域之劃分情形，並附必要之剖面圖或透視圖。
- 五、廢棄物來源與特性：
 - (一)說明處置設施接收廢棄物的來源與種類、型態、數量及其分類方式。
 - (二)說明接收廢棄物內所含核種及其最大比活度。
 - (三)說明接收廢棄物包件與其表面污染最大限值及最大劑量率限值。
 - (四)說明接收廢棄物之各項物理、化學特性之限制。
 - (五)說明處置容器之材質與規格。

第三章 場址之特性描述

- 一、社會與經濟：描述場址及附近地區之行政區交通設施、公共設施、軍事設施、觀光休閒設施、場址所在鄉鎮及週邊鄉鎮之人口數（含流動人口）及人口結構、土地利用情形與開發計畫。
- 二、地形與地貌：描述場址及附近地區地形與地貌，包括地形高度與起伏趨勢、坡度分布、重要地貌特徵（如河川、山脈、湖泊、海岸線等），及潛在環境災害分布地區（如崩塌地、沖蝕溝、河川攻擊坡、土石流沖積扇、斷層錯動地形等）。

- 三、氣象：提供場址附近之氣象資料，包括風向、風速、溫度、濕度、降水量、降水強度、颱風發生之頻率等，並提供有紀錄以來之最大降水量、最高及最低溫度、最大風速。
- 四、地質與地震：說明場址及附近地區之地層、地體構造、活斷層、歷史地震等之調查成果等，並說明斷層與地震危害度之調查與評估方法。
- 五、地表水：說明場址及附近地區之地表水體水文、水質特性、水資源使用狀況及其調查方法。
- 六、地下水：說明場址及附近地區之地下水體水文、水質特性及其使用狀況、水文地質架構與水文參數等資料及其調查方法。
- 七、地球化學：說明可能影響場址安全及核種遷移之水化學，土壤與岩石之分類組成及地球化學特性，以及相關之地化模擬資料。地球化學調查因子涵蓋場址及附近地區之無機質成分、有機質含量、氧化還原電位、酸鹼值、分配係數、遲滯因子、離子交換能力、放射性核種之溶解度與化學型態、價數與性質等。
- 八、天然資源：說明場址及附近地區可能存在之重要天然資源，包括地質、礦產、及水資源等。
- 九、生態：提供場址及附近地區之生態調查資料，包括場址半徑五公里範圍之主要生物種類、數量、分布、組成、棲息地，設施建造與運轉可能影響之保育類野生動物與植物，及可能影響處置場安全之生物活動與人為活動等。
- 十、輻射背景偵測：說明運轉前環境輻射背景偵測結果及偵測方法。
- 十一、大地工程特性：說明場址之大地工程特性與測量方法，並界定影響處置設施設計與建造之地工參數，包括場址地區土壤與岩石的強度、變形性與滲透性等。
- 十二、交通狀況：提供場址與附近地區交通運輸系統（包括鐵路、公路、水運等）及運輸能力等資料。
- 十三、其他：
 - （一）說明其他足以影響處置設施設計及建造之場址特性因素（如崩塌滑動、侵蝕、洪水、土石流、火山爆發、海嘯等）。
 - （二）場址特性調查範圍應以學理上完整之地理區域為準，調查週期與精度應符合一般工程技術規範要求，成果應足以充分說明場址特性。
 - （三）調查成果應以適當比例尺之地圖加以說明，歷史資料應加以統計分析並以適當圖表呈現以利審查。原始調查數據得列為報告附冊備查。

- (四)視場址之地域差異性，申請人得提供其他足以影響處置設施設計與建造之場址特性因素補充說明。

第四章 處置設施之設計

- 一、設計目標與功能需求：說明處置設施之設計基準、設計要項及設計規格等。
- 二、建築設計：說明處置設施主要結構物、使用需求規劃及其配置。
- 三、結構設計：說明處置設施主要結構物之結構分類、設計荷重及其組合等。
- 四、土木設計：說明處置設施主要結構物之工程材質、屏蔽材料之特性與設計標準（包括處置設施及其覆蓋、回填等）、地表防洪及地下排水系統之設計。
- 五、輻射安全設計：
 - (一)安全限值：說明設施內外之輻射限值與輻射防護分區規劃。
 - (二)處置設施結構之輻射屏蔽分析：說明處置設施輻射屏蔽結構體構造強度、比重、厚度等有關資料，針對處置廢棄物含有核種之活度、比活度及分布情形，進行輻射屏蔽分析評估。
 - (三)職業曝露合理抑低：說明設施正常運轉期間，合理抑低工作人員輻射劑量所採行之設計或措施，至少應包括下列各項：
 - 1、輻射監測區域規劃、輻射管制區劃分及輻射防護設備之使用等。
 - 2、廢棄物接收、暫貯、檢整、搬運、處置及控制中心等作業區職業曝露合理抑低之設計。
 - 3、對較高活度廢棄物之屏蔽設計。
- 六、輔助設施或系統之設計：說明廢棄物暫貯區、廢棄物檢整或處理系統、粉塵與廢水收集排放處理系統、廢棄物傳送系統、分析或偵測系統等之設計，並說明各系統失效時之補救措施。
- 七、公用設施或系統之設計：說明通訊、電力、供水、供氣、照明、廢棄物處理、通風等系統之設計，並說明各系統失效時之補救措施。
- 八、設計成果應附適當比例尺之詳細圖說，設計細部資料得列報告附冊備查。

第五章 處置設施之建造

- 一、施工特性：說明施工規劃概要，包括所遵循之法規、標準、規範、施工階段及施工範圍等。
- 二、施工計畫：處置設施之建造應擬具可行施工計畫，包括工程經營管理、施工佈置、施工材料、施工方法、施工機具設備、施工程序(含與處置作業並存之施工程序)、施工時程、工業安全衛生、水土保持與環境保護、品管與品保方案及緊急應變處理等。

第六章 處置設施之運轉

- 一、廢棄物接收：描述處置設施接收廢棄物之相關作業程序，包括下列各項：
 - (一)廢棄物運輸規劃，包括廢棄物由貯存地點運送至處置設施，以及設施內的運輸規劃。
 - (二)運送文件之查驗。
 - (三)廢棄物盛裝容器之檢視。
 - (四)運輸設備之污染偵檢與除污。
 - (五)容器表面劑量率及核種之偵檢。
 - (六)廢棄物相關文件之管理與保存。
- 二、廢棄物處理與暫存：說明處置設施接收廢棄物後，廢棄物處理與暫存作業程序，包括下列各項：
 - (一)廢棄物處理：由接收區將廢棄物轉運至暫存區或處置區之作業（包括除污、再固化、再包裝、吊卸等）。
 - (二)廢棄物暫存：暫存區之使用規劃及暫存作業。
- 三、處置作業：說明處置設施進行廢棄物處置之作業程序，包括下列各項：
 - (一)處置區之分區規劃：
 - 1、廢棄物依其種類、型態、活度及預期進場處置時程分別規劃處置分區及相關處置方式。
 - 2、各類廢棄物之處置及各該處置分區完成處置配合之可能施工設備、設施、管制、輻射防護與監測。
 - 3、減少廢棄物體堆置空隙之方法。
 - (二)處置區內處置單元覆蓋、回填：
 - 1、覆蓋、回填作業所用結構物、設施與屏蔽材料可能料源、施工設備、施工方法及施工程序。
 - 2、處置單元有關設施之運轉、維護與監測評估。
 - (三)處置單元封閉及穩定化
 - 1、處置單元之封閉條件、期程及其封閉計畫。
 - 2、處置單元封閉後之營運、檢查及監測。
 - 3、檢查、監測成果之分析評估與處置單元可能需要之改善措施。
 - (四)處置區內非處置單元區域之運轉及其封閉、覆蓋、回填之材料、步驟及設備：說明覆蓋、回填材料種類、特性、實施步驟及使用設備。
 - (五)處置區分區標示：包括標示方法、內容及標示物之材質。
 - (六)其他相關作業之說明。

第七章 處置設施之安全評估

- 一、輻射劑量評估：說明廢棄物性質與場區之可能核種傳輸路徑及特性，並

分別評估運轉期（廢棄物接收、暫存、吊卸、處理、處置、除污排水）及封閉後正常與異常狀況下對工作人員及民眾輻射劑量之影響，並與現行法規做比較，評估項目包括：

- (一)廢棄物描述：包括總數量、總活度、廢棄物特性基本假設等。
- (二)核種傳輸特性：評估處置設施工程與天然障壁在設施運轉及封閉後，地下水滲流、擴散、延散與遲滯吸附等特性參數，以模擬分析地下水滲流機制、核種傳輸及處置設施之長期穩定性。
- (三)正常狀況之輻射劑量：評估處置設施運轉期及封閉後在正常狀況之輻射劑量，包括傳輸機制說明、情節分析、輸入資料、輸出資料、敏感度分析、不確定性分析、評估結果及使用之評估程式。
- (四)異常狀況之輻射劑量：評估處置設施運轉期及封閉後在意外事故或異常狀況下之輻射劑量，包括傳輸機制說明、意外事故或異常狀況之發生頻率、情節分析、輸入資料、輸出資料、敏感度分析、不確定性分析、評估結果及使用之評估程式。
- (五)核種外釋到達人類活動範圍之傳輸機制：包括地下水、空氣、地表水、其他傳輸機制，及直接輻射與向天輻射對個人之曝露，並描述各傳輸機制之概念模式、數學模式及分析所需之參數。
- (六)述明各種傳輸機制之評估結果，是否符合法規限值。

二、設備操作：依據處置設施之設備特性及操作程序，評估運轉期設備操作之安全性。

三、闖入者防護：描述在處置設施營運中、封閉後，防止無意闖入者接近廢棄物所採行之防護設計及措施，並評估其功能。

四、長期穩定性：評估並分析處置設施於運轉期間及封閉後之長期穩定性與安全性。分析時應說明分析方法、輸入參數、假設狀況、適用範圍、模式分析結果及不確定性等。

第八章 處置設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫

一、管理組織架構：說明貯存設施管理組織架構，包括編組、功能、責任與權限，並說明各項運轉作業之人力運用。

二、人員編制：說明處置設施人員編制、權責及資格，包括編制員額、職稱及每一運轉班次人數，各級主管人員之權責與資格，管理、監督及輻射防護人員之權責與資格等。

三、人員訓練：針對處置設施之運作提出人員訓練計畫，包括各項作業之訓練規劃、訓練課程內容、訓練週期及授課人員資格、訓練成效評估及資格檢定辦法。

四、審查與稽核：說明處置設施各項作業之審查與稽核程序，包括運轉作業之內部審查與安全措施之稽核、作業程序或系統變更之審查、審查與稽核文件之管制等。

五、管理程序：說明設施安全運轉相關作業活動之管制與管理程序，包括設備管制、維護管理、工安、品保及人員與車輛出入之污染管制等。

第九章 輻射防護作業與環境輻射監測計畫

一、輻射防護計畫：依處置設施之作業特性、處置放射性廢棄物之活度與特性，並參考「游離輻射防護法」相關規定撰寫輻射防護計畫，內容應包括輻射防護管理組織與權責、人員防護、醫務監護、地區管制、輻射源管制、放射性物質廢棄、意外事故處理、合理抑低措施、紀錄保存及其他主管機關指定事項等。

二、環境輻射偵測計畫：應依原能會九十一年十二月二十五日發布「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」第十九條第二項規定撰寫環境輻射監測計畫。

第十章 保安計畫、意外事件應變計畫及消防防護計畫

一、保安計畫內容至少應包括下列各項：

- (一)保安組織之目的、編組、管理及訓練。
- (二)保安區域劃定、周界實體阻隔物及警報監視系統。
- (三)門禁管制、進出人員查核、保安通訊設施。
- (四)保安系統測試維護及各項紀錄保存。

二、意外事件應變計畫內容至少應包括下列各項：

- (一)意外事件應變組織及權責。
- (二)建造、運轉及封閉階段中，可能發生事故之分析。
- (三)意外事件應變設施之設備及功能。
- (四)意外事件應變措施之重要事項。
- (五)意外事件應變功能之維持。
- (六)意外事件應變計畫相關資料。

三、消防防護計畫內容至少應包括下列各項：

- (一)消防工作之組織及行政管理。
- (二)火災災害分析及影響評估。
- (三)防火設計及措施。
- (四)火警偵測及消防能力評估。
- (五)相關單位之消防及救護支援。
- (六)防火及消防有關設備之維護及管理。

(七)防火及消防有關之人員訓練。

第十一章 處置設施之封閉及監管規劃

- 一、處置場區穩定規劃：提出場區穩定規劃，以確保處置設施穩定之設計或措施。
- 二、封閉規劃：說明處置設施之封閉規劃，包括除污規劃、輻防設計、檢查及監測規劃、輔助設施拆除規劃與二次廢棄物之處理方式。
- 三、監管規劃：說明處置場區封閉後之監管規劃，包括監管期、處置場區管理及環境監測措施。

第十二章 品質保證計畫

- 一、品保政策與組織。
- 二、品保方案。
- 三、設計管制。
- 四、工作說明書、程序書及圖件。
- 五、文件管制。
- 六、採購材料、設備及服務之管制。
- 七、改正行動。
- 八、品保紀錄。
- 九、稽查。

第十三章 參考文獻

引用法規及技術規範以外之其他參考文獻，應於報告本文之後列述並與所引述之各章節內容對應。資料內容應詳列作者、出版年代、文獻名稱、文獻出處等。必要時應依審查意見提送指定之參考文獻以供參酌。