

第三章 測勘與測勘環境

3-1 使用儀器介紹 (參考 GEM System Inc, 2001)

本文所使用的儀器是加拿大 GEM SYSTEM 公司所出廠的 GSM-19 磁力儀 / 磁力梯度儀，該儀器可手持或者固定測站的方式操作，不論是地球物理探測、環境或考古調查、長時間對觀察磁場，以及火山或地震等研究，都可以輕便應用在不同領域。傳統標準的質子磁力儀 (proton magnetometer sensor)，只能在一個充滿質子的液體中產生進動 (precession) 的信號。而 GSM-19 磁力儀較傳統磁力儀多了 Overhauser effect 的感應功能，儀器中的液體加入自由基 (free radical)，此自由基讓該質子偶極的電子鍵結失去效用，變成不成對 (non-paired) 電子，電子與質子偶合因而生成雙旋系統 (two-spin system)，此時以強大的 RF (radio frequency) 磁場來擾動該雙旋系統，該電子將本身強極化的結果轉到氫原子上，因而產生了很強的進動訊號，如此可以在量測磁場時具有很高的敏感度 (sensitivity)，在充滿自由基電子的反應線中，液體中的質子極化作用大大增加 (Dobrin et al., 1988)。Overhauser Effect 提供了比以往 DC polarization 更有效的方式，產生 RF 訊號亦使得儀器可以省電，以及有最小雜訊與壓抑雜訊的效果。GSM-19 是屬於二代標準的磁力儀 (符合業界標準且輕便準確的儀器)，在操作溫度範圍內有 0.01nT 的解析度 (resolution) 以及 0.2nT 的絕對精度 (absolute accuracy)，所量測的

資料可紀錄在大容量的儲存空間 (2Mb~32Mb) , 同時可自動完成修正磁力值的日變化 (diurnal variation) 。

磁場感應器跟以往比較，在電子設計以及量子磁測化學部份有顯著的改進。電子方面，從組裝方式可查覺出：包括兩次的將線圈連接進連續的相對場 (opposition) 到制止遠場的電子干擾，如環境雜訊等。在化學方面，感應器內有含氫的溶液，加入帶自由電子的自由基到該液體中是為了可以在 RF 極化下增加信號的強度。從實際上來看，該感應器不但外型小、重量輕並且裝置有 Overhauser 偵測系統與特殊液體，儀器其他部份皆是由不具磁性的材料所製成，以達到操作時最大的 S/N。而儀器的方向誤差 (Heading Error) 也降至最小，以確保不會有因為感應器方向不同而造成讀數的變化，例如：鋇光泵型磁力儀的方向誤差可達 2nT。

GSM-19 磁力儀的公差 (tolerance) 是透過內部的訊號統計演算、感應器的設計以及 Overhauser 來保持，舉例而言：Overhauser effect 產生高振幅、長時間的信號有利於測到高的梯度值。系統的梯度公差達 10,000 nT/meter，使得該儀器在許多具挑戰的環境中成為理想系統，例如：礦物應用於探查高磁性的岩石、環境中靠近的文化物件以及考古的應用等。另一方面，在採樣頻率上，極化作用與量測訊號動作同時進行，有快速量測的效果，因為高採樣速率使空間解析度的異常得以精確以及增加量測的效

率。該儀器有三種採樣頻率模式：一、標準模式 (standard) , 3 seconds/reading ; 二、移動模式 (walking) , 0.5 seconds/reading ; 三、快速模式 (fast) , 3 second/reading。其他儀器規格參考附錄。

該儀器對於磁場量測處理有如下程序：(一) 極化 (polarization) , RF 電流通過充滿質子液體的感應器以產生極化值，此時儀器進行同步採樣，最大採樣頻率可達 5Hz。(二) 偏折 (deflection) , 短時脈衝偏折使得質子磁場的進入進動平面。(三) 暫停 (pause) , 暫停的動作使得電子過渡到停止狀態，剩下慢速衰減的質子進動訊號。(四) 計數 (counting) , 量測質子靜動的頻率並且將之轉換到磁場的單位。(五) 儲存 (storage) , 所量測的結果會存在記憶體中，包括：日期、時間、座標與量測值，但是基站模式 (base station mode) 只有紀錄時間以及總量值。其詳細規格可參見附錄一。

3-2 師大分部試驗區環境與測勘參數

由地質鑽井與地球物理探測資料可知台北盆地之南是松山層與景美層覆蓋 (Jeng, 1995)。該區位於台北盆地之南、近新店溪，為全新世時期的沖積層 (alluvium)，由礫石、砂與黏土所組成，附近則有大寮層與木山層所伴隨著頁岩、砂岩以及玄武岩質凝灰岩 (圖 3-1)。本試驗區有兩已知的電磁干擾源，即測區南方 4-6 公尺處為東西向地下的埋設電線與引水鐵管 (陳宗元, 1999)。另外則是在東側約 500 公尺處的蟾蜍山有可見之電磁信號場源存在，位置為圖 3-2 中藍色區域。

本文為了解小波分析方法的性質以及其應用在磁力資料性質的適合度，在師大分部歐洲公園 (圖 3-3) 針對一已知位置埋藏體的二維磁力測勘，並且選擇一定點作磁力總量的基站接收，以了解測區定點隨時間變化的情形，磁力總量基站 (圖 3-3, base station) 接收設定與測勘異常體所用之相近高度為 0.5 公尺，採樣間距為 3 秒、接收總時間為 2 小時總共 2451 點。

在二維資料取得方面，使用手動模式即時量測，已知埋藏體是一深度 1 公尺、長 100 公分、寬 0.4 公尺、高 0.5 公尺的紅磚堆砌而成 (林銘駿, 1999；陳宗元, 1999；陳志松, 2002)，採樣間距為 0.25 公尺，為向東 32 點、向北 16 點的 7.75 長 3.75 寬的方格，上、下感應器高度各為 1 公尺與 0.5 公尺，其施測位置參考圖 3-3 藍色框線。

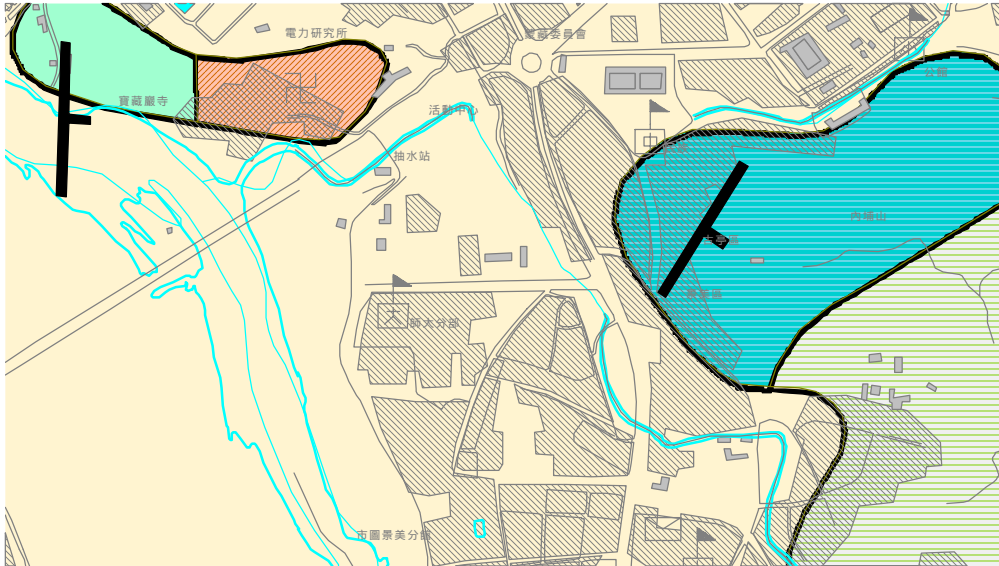


圖 3-1 師大分部附近五萬分之一地質圖 (經濟部地質調查所地質資料整合系統, 2002)。藍色：大寮層(TI)(Taliao Formation)，中新世，頁岩及砂岩。粉紅色：大寮層(TI)(Taliao Formation)，中新世，玄武岩質凝灰岩及岩流。淺綠色：木山層(Ms)(Mushan Formation)，中新世，頁岩及砂岩互層，含煤層。淺粉色：沖積層 (alluvium)，全新世，礫石、砂及黏土。

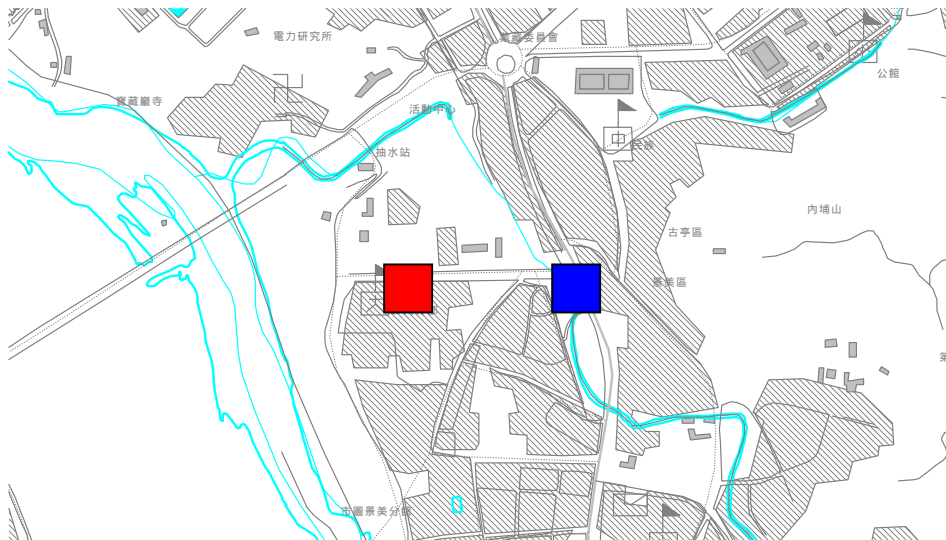


圖 3-2 師大分部附近五萬分之一地形圖 (經濟部地質調查所地質資料整合系統, 2002)。紅色為測區位置，藍色為可見之電磁信號場源。

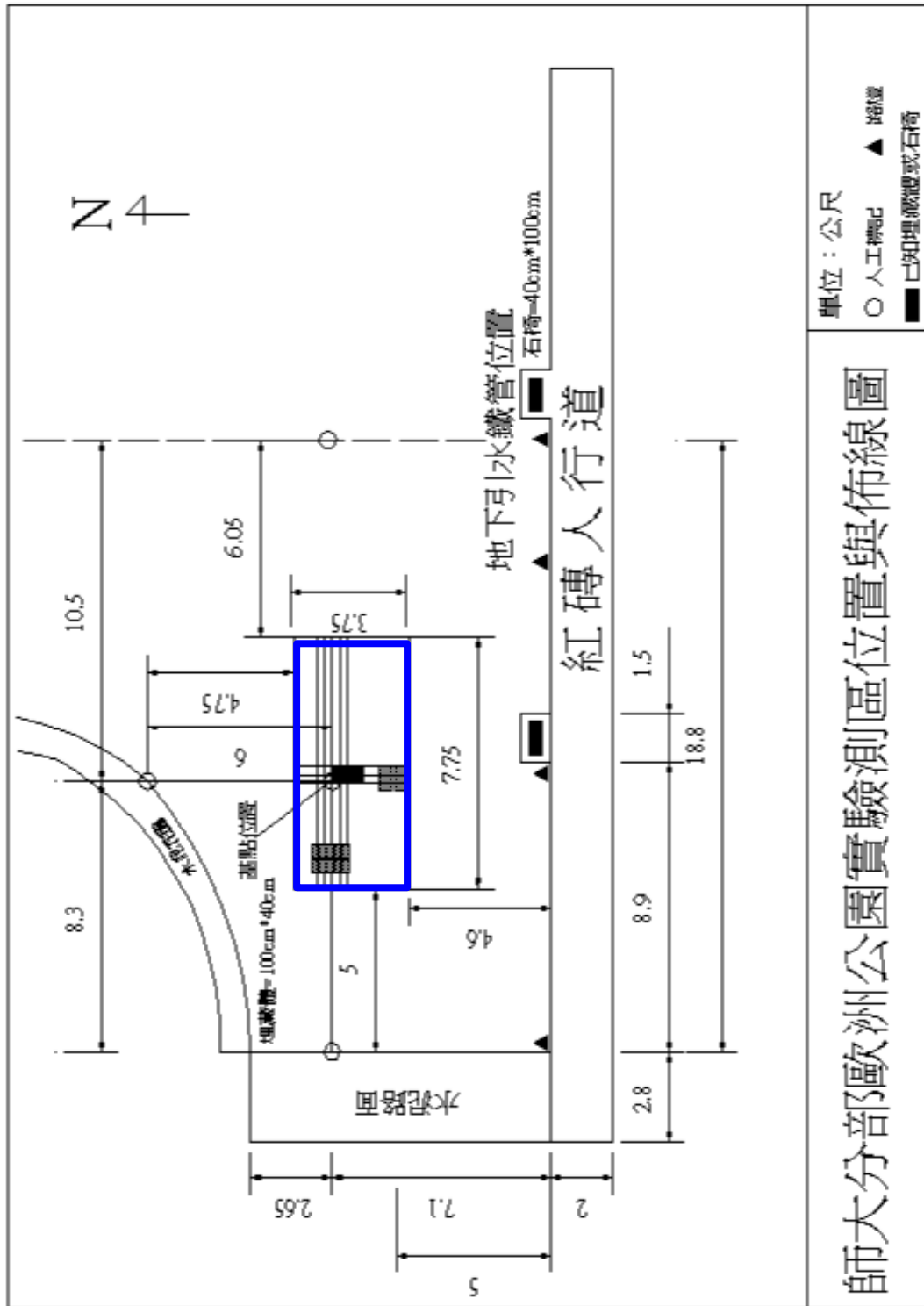


圖 3-3 師大分部試驗測區位置佈線圖。測區範圍（藍色框）與基站位置（base station）如圖所示。

3-3 竹山槽溝野外測勘環境

經濟部中央地質調查所在車籠埔斷層斷層沿線以槽溝開挖的方式研究古地震，位於南投縣竹山鎮為長 50 公尺、寬 20 公尺、深度 8 公尺之槽溝（盧詩丁等，2003），其與車籠埔斷層的相對位置與實際位置可參考圖 3-4、圖 3-5。該處地層可分為八層，由上至下分別是回填碎石層、人為擾動層或耕土層、砂礫層、四層的有機土層、含礫砂層、河道礫石層（陳文山等，2003）。現場開挖至 4 層且上下盤層序對比良好，由 921 地震所造成的斷層界面在最上部，由逆衝斷層錯動之界面相當清楚可見（圖 3-6），因此相當適合磁力探勘之後的資料解釋與比對。南牆剖面以斷層作用為主，位在下盤地下 8 公尺之礫石層，隨著逆斷層之上衝已經接近地表，斷層兩側具有八公尺的落差，形成兩側地層的褶皺，而北牆的剖面則是以褶皺為主，局部具有斷層剪切構造（經濟部中央地質調查所，2003）。本區磁力測勘分別在南牆、北牆以及東牆各施作一測線，其與槽溝之相對位置可參考圖 3-7，採樣間距為 0.5 公尺、1 公尺及 0.25 公尺各一條測線，上、下感應器高度各為 1.5 公尺與 1 公尺，佈線位置如圖 3-7 所示。

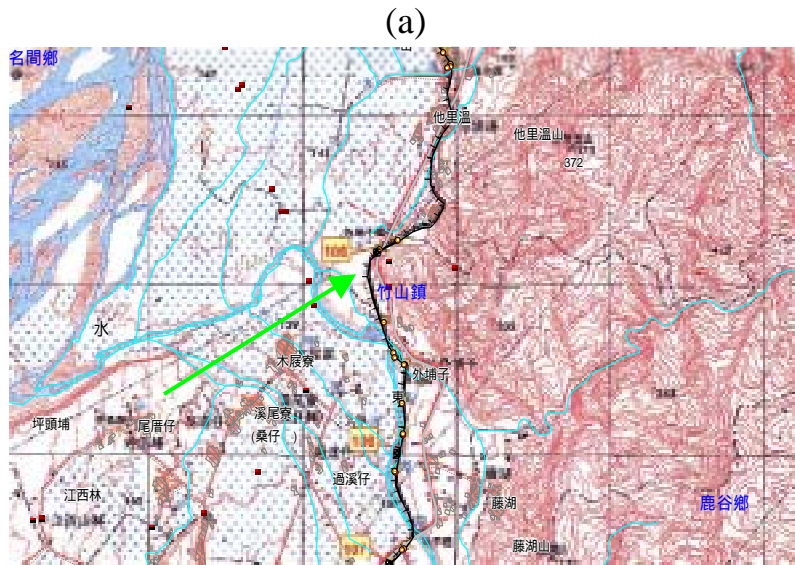


圖 3-4 竹山槽溝附近五萬分之一地形圖(經濟部地質調查所地質資料整合系統, 2002)。綠色箭頭所指為槽溝位置, 黑色線為 921 車籠埔斷層位置。

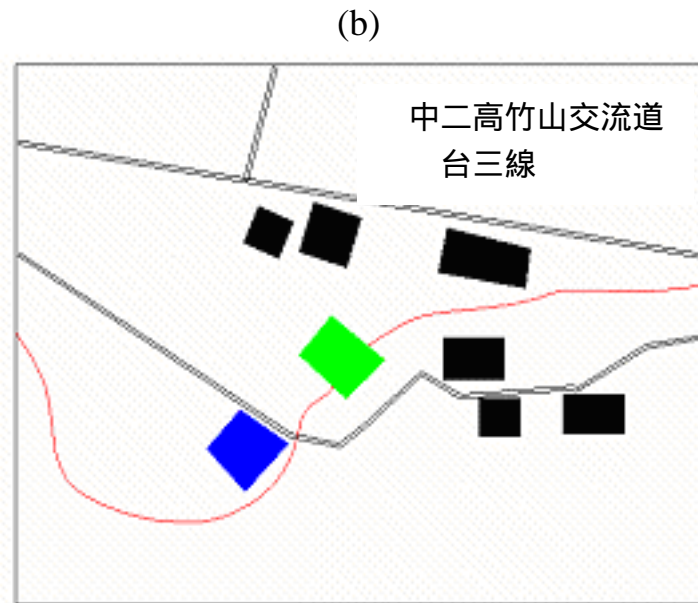


圖 3-5 竹山槽溝位置圖。紅色線為 921 地震車籠埔斷層地表破裂線, 綠色為槽溝位置, 藍色為汽車旅館, 黑色為建築物。



圖 3-6 竹山槽溝現場照片。右側為南牆，左側為北牆，正面為東牆，共開挖 4 層，各層約為 2 公尺。

竹山槽溝磁力 測勘佈線圖

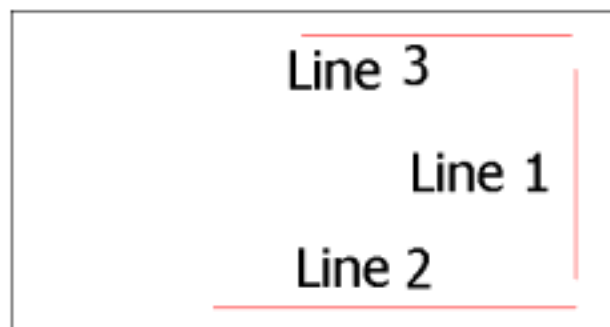


圖 3-7 竹山槽溝磁力測勘佈線圖，共有三條，分別是 Line 1 (東牆)、Line 2 (南牆)、Line 3 (北牆)。

3-4 台中古根漢博物館預定地野外測勘環境

台灣國立自然科學博物館於 2003 年 9 月在台中市惠來遺址挖掘出一具俯身葬未成年完整人骨，其後該場址附近陸續出現大量繩紋陶器、玉鏃等物品極具考古價值。在本研究施測以前已有研究人員於台中古根漢博物館預定地（圖 3-8a）有一些探坑試掘，例如於文心路與惠中路中間本研究測區附近的編號 T₁ 探坑，其顯見之地層由上而下依序為回填物 200 公分、耕土層 2 公分、褐色土 35 公分、（何傳坤等，2004）。於古根漢博物館預定地的磁力測勘區域可見於圖 3-8b。考慮量測區域大小以及目標深度使用參數如下：採樣間距為 2 公尺，上、下感應器高度為 1.5 公尺與 1 公尺，於測勘區域之週邊有數個可見之磁性體，如圖 3-9 所示。

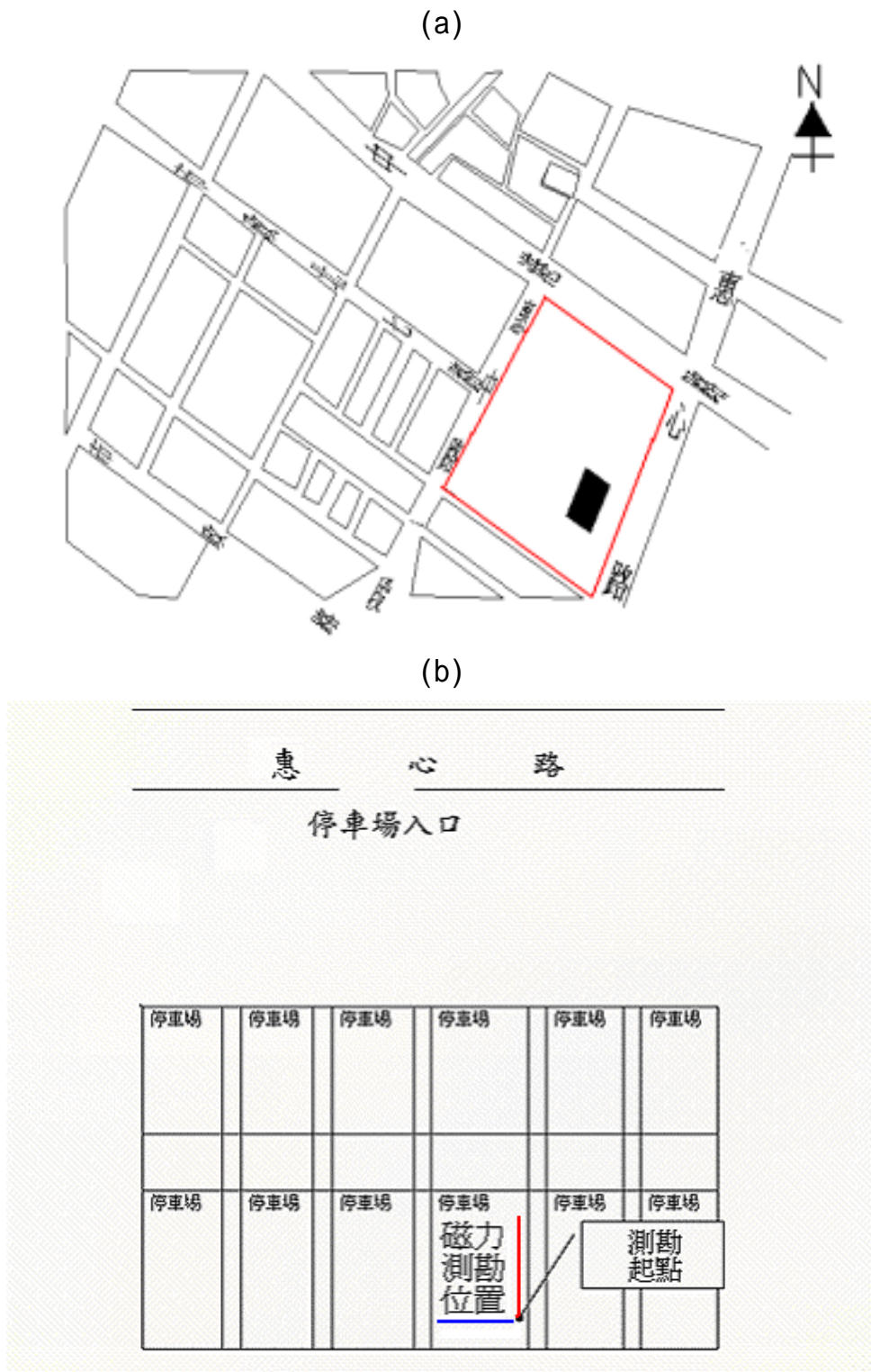


圖 3-8 古根漢博物館預定地磁力測勘位置圖。(a) 古根漢博物館預定地位置圖(紅色區塊), 停車場位置(黑色區塊), (b) 磁力測勘位置圖, 紅色為測勘橫軸, 藍色為測勘縱軸。

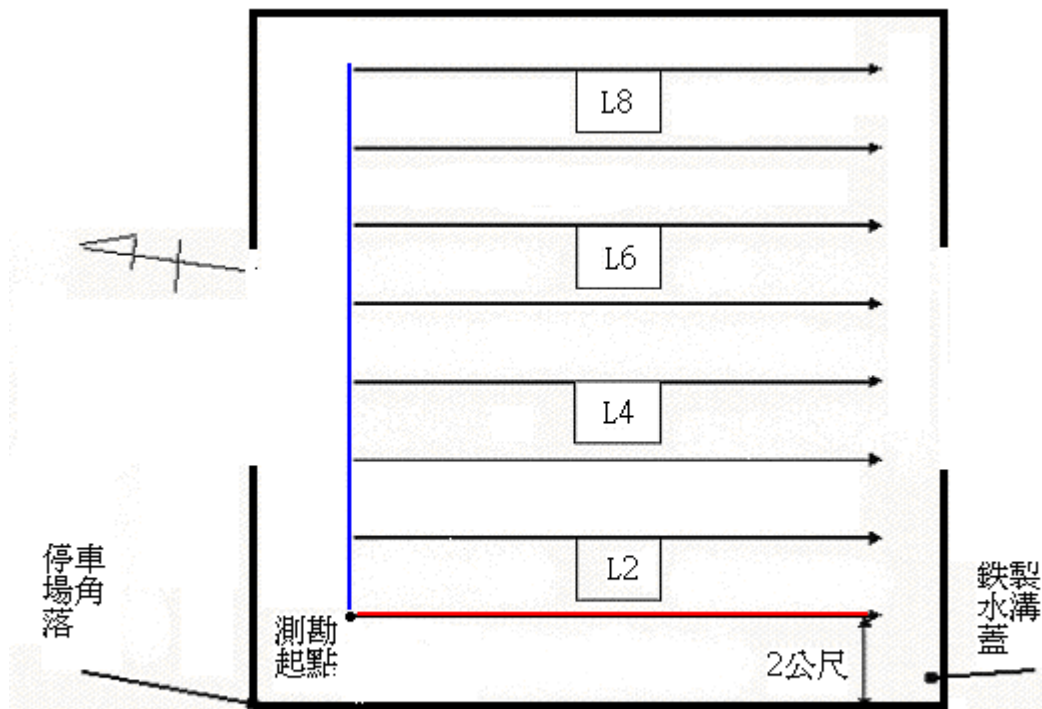


圖 3-9 古根漢博物館預定地磁力測勘佈線圖。橫軸方向總長 30 公尺，
縱軸方向 (N-80-E) 總長 14 公尺。