

南華大學管理學院企業管理學系管理科學碩士班

碩士論文

Master Program in Management Sciences

Department of Business Administration

College of Management

Nanhua University

Master Thesis

結合 Google Earth 與慣性定位圖資提昇供電可靠管理—以台電
地下電纜為例

The Research of Combining Google Earth with Inertial
Positioning Mapping to Improve the Management of Power
Supply Reliability--Taking Taipower Underground Cable as an
Example

蔡海麻

Hai-Ma Tsai

指導教授：范惟翔 博士

Advisor: Wei-Shang Fan, Ph.D.

中華民國 107 年 6 月

June 2018

南 華 大 學
企 業 管 理 學 系 管 理 科 學 碩 士 專 班
碩 士 學 位 論 文

結合 Google Earth 與慣性定位圖資提昇供電可靠管理—
以台電地下電纜為例
The Research of Combining Google Earth with Inertial Positioning
Mapping to Improve the Management of Power Supply
Reliability-Taking Taipower Underground Cable as an Example

研究生：蔣洵麻

經考試合格特此證明

口試委員：張瑞鑑

范惟翔

袁存孝

指導教授：范惟翔

系主任(所長)：郭東昇

口試日期：中華民國 107 年 6 月 8 日

準碩士推薦函

本校企業管理學系管理科學碩士班研究生蔡海麻君在本系修業2年，已經完成本系碩士班規定之修業課程及論文研究之訓練。

1、在修業課程方面：蔡海麻君已修滿36學分，其中必修科目：研究方法、管理科學、行銷管理專題、經營專題研討等科目，成績及格(請查閱碩士班歷年成績)。

2、在論文研究方面：蔡海麻君在學期間已完成下列論文：

(1)碩士論文：結合 Google Earth 與慣性定位圖資提昇供電可靠管理
---以台電地下電纜為例

(2)學術期刊：

本人認為蔡海麻君已完成南華大學企業管理學系管理科學碩士班之碩士養成教育，符合訓練水準，並具備本校碩士學位考試之申請資格，特向碩士資格審查小組推薦其初稿，名稱：結合 Google Earth 與慣性定位圖資提昇供電可靠管理---以台電地下電纜為例，以參加碩士論文口試。

指導教授：沈惟翔 簽章

中華民國 107 年 5 月 14 日

誌謝

有幸能夠進入南華大學企業管理學系管理研究所，是我求學生涯中的一個轉捩點，一直以來工作雖然都與企業管理扯不上關係，但卻是我想學習的生涯規劃。本篇論文能如期完成，在工作、學業、家庭各方面的應接不暇，能順利完成碩士論文，首先得感謝指導教授范惟翔老師的鼓勵與支持，除了，其正向樂觀且嚴謹的治學精神，更讓學生受益良多。在此，謹以最誠摯的心由衷感謝，師恩浩蕩永誌銘心。

兩年的碩士生涯是辛苦、忙碌的，其中也遇到許多挫折，感謝在論文寫作期間，承蒙同門師兄弟：滄煊、燈洲、富升、俊豪及惠觀，在論文寫作期間的勉勵與督促。有各位陪伴，使得論文寫作之路雖辛苦卻不孤單。最後感謝內人的支持與包容，無怨無悔地悉心照顧家庭，讓我求學期間無後顧之憂。

要感謝的人很多，我的人生因為有你們，才有了意義與回憶。所有的感激不在言語，願完成學業的成就與喜悅能與您們一齊分享！

蔡海麻 謹誌

民國 107 年 6 月 24 日

南華大學企業管理學系管理科學碩士班

106學年度第2學期碩士論文摘要

論文題目：結合Google Earth與慣性定位圖資提昇供電可靠管理

—以台電地下電纜為例

研究生：蔡海麻

指導教授：范惟翔 博士

論文摘要內容：

近年來，隨著經濟繁榮與社會進步，國內用電量逐年快速成長，電力供應背負極為重要的穩定力量，但也隨著生活品質提昇及民眾意識高漲，民眾對於各項公共建設要求極高的服務品質，若因供電品質與穩定度影響之事件，其將歸咎於台電公司；再加上，民眾環保意識高漲，越來越無法接受輸電線路以架空橫越的方式出現在人們的生活週遭，故地下電纜線路漸取代架空線路成為主要都會市區及重要地點輸配電之供電方式。由於地下電纜數量增加導致台電公司因相關公共工程之道路挖掘施工作業造成地下電纜輸配電線路停電事故屢見不鮮，除影響交通外亦使得既設之民生管線供應中斷，不僅造成電壓驟降影響用戶使用，亦滋生後續巨額賠償，甚至衍生工作及公共安全相關事故，有鑒於此，為增加供電可靠度，降低因公共工程之道路施工作業挖損地下電纜設備事故，倘能結合Google Earth與慣性定位圖資，事前精確掌握各管線單位施工需求、聯繫機制及建置準確管線圖資，續與道路施工單位進行協調確認管線位置等防制策略，應為防範挖損事故之首要工作，期能配合並徹底消弭道路施工作業之危害台電公司輸配電地下電纜設備因素，並進而保障作業勞工之生命安全，共同創造施工單位及管線單位雙贏局面。

關鍵詞：電壓驟降、供電可靠度、防制策略

Title of Thesis: The Research of Combining Google Earth with Inertial Positioning Mapping to Improve the Management of Power Supply Reliability--Taking Taipower Underground Cable as an Example

Department: Master Program in Management Sciences, Department of Business Administration, Nanhua University

Graduate Date: June 2018

Degree Conferred: M.B.A.

Name of Student: Hai-Ma Tsai

Advisor: Wei-Shang Fan, Ph.D.

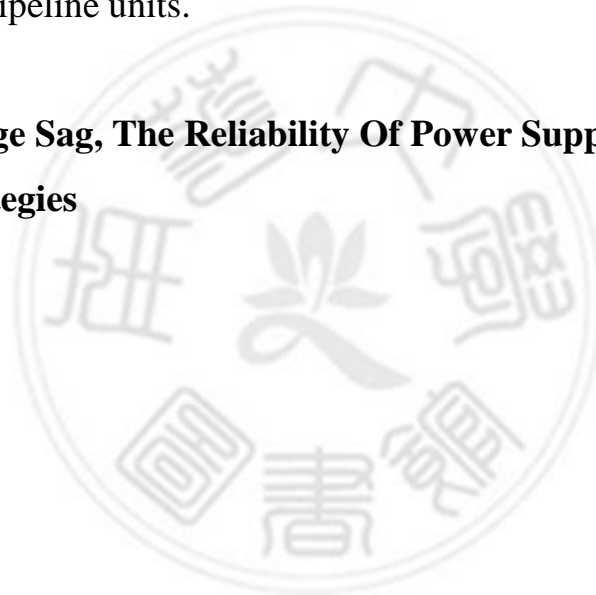
Abstract

In recent years, with economic prosperity and social progress, domestic electricity consumption has been rapidly growing year by year. Electricity supply plays an important role in stabilization. However, with the improvement of the life quality and the rising public awareness, people have high demands on service quality of various public constructions. The incidents influenced by quality and stability of power supply will be attributed to Taiwan Power Company. In addition, with the increasing awareness of environmental protection, people nowadays cannot accept transmission lines appear in the daily life in the form of overhead crossing, so the underground cable gradually replace overhead lines and become the main form of power supply in urban areas and important places.

Due to the increase in the number of underground cables, it is not uncommon for Taiwan Power Company to encounter the blackout of power transmission and distribution lines of underground cables due to road excavation and construction works. In addition to affecting traffic, it interrupts the supply of existing pipelines, causing voltage sag that influence the usage of users and then in turn generate huge compensation, and even causes working

or public safety-related incidents. In view of this, in order to improve the reliability of power supply and reduce the incidents of damaging underground cable equipments caused by road construction works, handling the construction needs and communication mechanism of each pipeline units, establishing accurate pipeline cartographic data and coordinating with road construction units to make sure the location of pipelines shall be the top priority to prevent the incidents from excavation damaging. It expects to cooperate and eliminate the road construction operations hazards to underground cable equipment factors, and then protect the life safety of workers, creating a win-win situation for construction, pipeline units.

Keywords: Voltage Sag, The Reliability Of Power Supply, The Prevention Strategies



目錄

準碩士推薦函.....	I
誌謝.....	II
中文摘要.....	III
英文摘要.....	IV
圖目錄.....	IX
表目錄.....	X
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
第二章 文獻探討.....	4
2.1 品管與組織創新.....	4
2.2 供電可靠度管理.....	5
2.3 地下電纜設備圖資個案管理.....	8
2.3.1 個案管理的特色.....	8
2.3.2 運用創新管理於電纜維護.....	9
2.3.3 運用Google Earth地理資訊系統效益分析.....	10
第三章 研究方法與建立管線圖資創新效能.....	12
3.1 研究方法.....	12
3.2 輸電地下電纜設備架構.....	14

3.2.1 輸電線路長度、人孔數量	14
3.3 套繪方法驗證與運用	15
3.3.1 套繪方法驗證與運用	17
3.3.2 慣性定位及圖資數化整合系統	17
3.4 管線圖資應用創新作為	21
第四章 防挖機制與建立管線系統構件應用和實現	23
4.1 電纜挖損SWOT分析與防挖機制	23
4.1.1 防挖精進作為與機制	25
4.1.2 道路挖掘管理系統APP上網查詢	26
4.2 圖資開發建置系統架構	26
4.2.1 管線路徑基本資料建置	27
4.3 Google Earth與慣性定位圖資結合應用與案例	34
4.3.1 圖資結合應用	34
4.3.2 管線探測技術應用案例	35
4.4 創新電纜管線慣性定位系統比較與建議	40
4.4.1 現有管理系統與創新系統差異比較	40
4.4.2 電纜管線慣性定位系統實行應用問題	42
4.4.3 電纜管線慣性定位系統未來資訊平台建議	43
第五章 結論	44
參考文獻	46

一、中文部分 46

二、英文部分 48



圖目錄

圖 3.1 研究架構流程圖	13
圖 3.2 輸電地下電纜設備架構圖	14
圖 3.3 地理資訊系統架構	16
圖 3.4 電纜管線慣性定位系統網頁伺服器頁面	18
圖 3.5 電纜管線慣性定位系統 GIS 圖台頁面	19
圖 4.1 臺南市道路挖掘管理系統入口網站頁面	26
圖 4.2 慣性定位儀	29
圖 4.3 慣性定位儀內部裝置	30
圖 4.4 全測站經緯儀	30
圖 4.5 衛星定位儀 (GPS)	30
圖 4.6 慣性定位施作示意圖	31
圖 4.7 平面、縱斷面圖	32
圖 4.8 慣性定位資料匯入於 GIS 系統顯示畫面	33
圖 4.9 Google Earth 套繪管線資料圖	35
圖 4.10 161kV 安南~南濱地形位置圖	36
圖 4.11 橋樑基樁與管線俯視圖	37
圖 4.12 人孔管線排列剖面圖	37
圖 4.13 河面段管線相對位置俯視圖	38
圖 4.14 管線埋深相對位置剖面圖	39

表目錄

表 3.1 地下電纜線路長度、回線長度及人孔數量彙總表.....	15
表 4.1 防範挖損事故策略 SWOT 分析	24
表 4.2 地下電纜管線路徑土建結構.....	28
表 4.3 管線位置資料部份成果表.....	32
表 4.4 電纜修復費用估算表.....	40
表 4.5 圖資管理系統使用前後比較差異表.....	41



第一章 緒論

1.1 研究背景

隨著社會進步繁榮，電力已成為民生必需品，電力廣泛應用於交通、工業能源、照明、電訊、計算等領域，是科學技術發展、經濟進步不可或缺的重要資源，台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電）一直肩負著全台灣的供電責任，對於台灣經濟發展有著不可抹滅的貢獻。

因應時代進步及社會環境變遷，台電逐年將架空輸電線路地下化以改善維護困難及增進市容觀瞻；截至106年12月底止，69kV（含）以上之輸電線路地下化總長度已達 1萬7 千 7 百餘回線公里，約佔全部輸電線路之40.4%，若排除行水區及山區等地形地勢無法設置管線等之因素，於一般平緩地域地下化比例已臻56.6%，尤其政經首要的台北市區內之線路地下化比例更已高達97%。

然而隨著社會持續進步，政府的公共建設及民間企業投資工程等也愈來愈多，施工挖掘標的亦常與既設地下電纜管線發生抵觸，另亦因施工前提供之管線圖資不甚完全，時又缺乏有效溝通聯繫，以致常有地下電纜管線遭挖損或誤挖，甚引發大區域停電，影響民生、商業及工業等用電至鉅，除造成社會負向輿論外亦損及公司企業形象，由96~106年輸電地下電纜事故統計共218件，其中電纜遭挖（鑽）損共55件，占整體事故25.22%，供電單為年度防挖管控投注成本不包含事故復舊費用及停電損失約3000萬元，因此，如何「做好防範地下電纜線路遭挖損，降低事故發生」應為供電可靠管理之首要努力目標。

1.2 研究動機

本研究以系統化的管理方式，有效掌握電纜維護、道路挖掘、系統監控等資訊，有效預防地下電纜挖損事故發生，透過Google Earth及與慣性定位圖資分析管線探測以建立正確圖資，俾提供施工單位參酌，期能預防地下電纜設備挖損事故之發生，並建立「防範挖損」知識與經驗分享等目的。另外此研究將針對管路路徑探測儀器進行各構面的分析比較，並透過統計分析資料，提供現場維護或轄管該設備之同仁參酌應用，使其能建立落實源頭預防管理之維護觀念，共同防範地下電纜挖損事故發生。並藉由自主分析檢討並研擬有效的改善策略及落實完善的運轉維護作業機制，冀能持續降低事故率，減少維護成本，以供應全國用戶優質、穩定且可靠之電力。

Google Earth 是一套以 3D 方式呈現地球全貌的 GIS (Geographic Information Systems) 軟體，其所開發的Keyhole軟體可以讓使用者可以輕易地以不同角度來瀏覽地景，同時，還可以自行建置資料，加上地點標示、說明，製作路徑，以符應需求。至此，地下電纜網路是電力系統輸送電力能源的網路結構，承擔著電網運營中主要的輸送功能，線路建設初期所生成的書面數據、線路路徑圖及運行數據，在電力幾十年的發展過程中生成了巨量的紙質數據，亦有長期儲存之需求，若無一套有效資訊管理機制，時日一久，不但相關資訊取得困難，未來在都市更新、工程施作必將產生極大的困擾。但是紙質數據的保存、查詢、更新極為不便，隨著電網的日趨複雜，線路急劇增加及變更，勢必需要開發一套以優化存儲線路數據為主，同時方便數據查詢、增加、刪除的輸電線路數據系統，地理資訊系統 (GIS) 係管理空間資訊極佳的工具，透過GIS電腦化有效率的管理，日後對於公共設施管線的資訊儲存及應用上將有極大的幫助。

1.3 研究目的

此研究目的為利用Google Earth為平台，結合地下電纜慣性定位資料在電腦軟硬體的架構與支援下，將圖資真實用點、線、面的方式轉換為電腦可處理的空間資料，並進一步對其屬性資料做萃取、儲存、管理、分析和展示。隨著科技進步，GIS對資料處理的精準特性，更廣泛的應用在各種空間問題的支援，提供現場維護或轄管該設備之同仁參酌應用，使其能建立落實源頭預防管理之維護觀念，共同防範地下電纜挖損事件發生。

故本研究主要目的如下：

- 1.管線資料庫系統之建置是一連續之過程而非結果，因此應長期性進行資料蒐集並將此資料有系統地構建，使之成為一完整資料庫，以方便資料之查詢與維護。
- 2.利用GPS科技，完成研究區內之人手孔與地下管線之現地座標定位調查，並建立其TM II地理座標系統，由網路傳送資料，套疊影像資料並展示於Google Earth。
- 3.以慣性定位資料建立一套以GPS/GIS為系統作業環境之資料查詢展示系統，以供日後地下管線維護、設計、施工查詢之參考。
- 4.管線資料除新設外，尚有因容量不足或抵觸需追加或變更者，管理單位應設專責之人員或單位，隨時配合施工單位增加或更新資料，以利各資訊系統之整合建立，及確保該系統資料庫之完整性與保密性。
- 5.藉由實際應用歸納其優缺點，尋找整理出實際案例的問題癥結點，真正落實改善，並提出Google Earth此一工具應用的未來可塑性，資料如何的提供傳遞、整合並展示，期望能夠成為困境的轉變契機。

第二章 文獻探討

2.1 品管與組織創新

本研究以結合Google Earth與慣性定位圖資的作為探討創新方法推動後，是否能有效地提升供電安全可靠度，針對相關文獻對上述構念加以探討，分析與整理，以做為本研究之創新管理基礎。

彼得杜拉克 (1985)，也指出創新是一種組織化、系統化及理性化的實務工作，也就是說，創新與發明不同，發明是創發解決問題的方法，而創新還預將此方法付諸實行，亦即任何創新都需要投入資源與成本，並承擔相當程度的風險。因此，企業家更需要獨到的眼光，把握適切的時機，提出新觀念、新辦法，並能付諸行動。

經濟學家熊彼得 (1988) 認為，「創新 (Innovation) 是企業家的主要職能，也是企業家特有的工具，藉由創新、改變既有的服務形式與營業方式，可為企業帶來新的商業良機。

Wolfe (1994) 研究顯示，在創新的研究文獻中，組織變革可視為組織內採用新想法或新行為的過程；而組織創新 (Organizational Innovation) 則是組織所採用的想法或行為，對該組織的產業、市場或環境而言是新穎的。由此可知，創新亦屬於組織變革，後者之涵蓋範圍較創新為廣，也就是說，組織創新可能屬於技術性變革、新產品變革、結構性變革、文化/人員變革或策略變革，Daft (1982) 將第一個引進新產品的組織稱創新者；而沿襲的組織稱為變革接受者。雖然創新與變革常被混用，但是變革過程在所有組織的情形都是一樣的。

Wolfe (1994) 研究顯示，在創新的研究文獻中，組織變革可視為組織內採用新想法或新行為的過程；由此可知，創新亦屬於組織變革，後者之

涵蓋範圍較創新為廣，也就是說，組織創新可能屬於技術性變革、新產品變革、結構性變革、文化/人員變革或策略變革。

蔡啟通（民86）創新是指組織內部產生或外部購得的設備、過程、及產品（技術層面）以及系統、政策、方案、及服務（管理層面）等之新活動，此一看法，明確表達了創新來源：可能是內部產生，也可以是外來的。

大前研一（民94）的著作「創新者的思考」提及所謂的創新即是「凡是在所有經營領域中未曾有過的思考方法或做法，皆可納入創新的範疇」，創新的最基本想法就是新的事物（有形物體）或是新的創意（無形點子）創造價值的過程（Process）。一般認為，凡是能夠提出新觀念，新方法、或新產品，就可被稱為「創新」。「創新者的思考」提及所謂的創新即是「凡是在所有經營領域中未曾有過的思考方法或做法，皆可納入創新的範疇。」，創新的最基本想法就是新的事物（有形物體）或是新的創意（無形點子）創造價值的過程（Process）。一般認為，凡是能夠提出新觀念，新方法、或新產品，就可被稱為「創新」。

企業除了創新之外，更進一步追求企業發展—即追求企業永續發展的目標。目的是要將企業融入社會環境之中，成為促進社會發展的一股動力，進而協助企業發展出一種「發展策略」（Strategy of Development），並達到企業「永續發展」的目標。

2.2 供電可靠度管理

台灣電力市場在電業法修正後亦將進入自由化時代，屆時台灣電力公司之獨佔地位將被打破，市場競爭機制將進入電力產業，值得台電公司加以重視現存的企業發展觀，已不僅使企業往前發展而已，而且要让企業達到「永續發展」的目標。台電未來將面臨電力市場改革以及民營化挑戰，

勢必得調整公司經營方式，面對將來的競爭，預做準備，不要因為產業間競爭或全球的大環境轉變，而導致企業「消失」，反而因應時代改變，消費習慣改變或網際網路的快速發展，更使得企業融入其中，並進而發展出一種「發展策略」並達到企業「永續發展」的目標。

賴盛華（民 85）指出電力系統可靠度的定義為「系統或設備在預期操作條件及期間下，能恰當地完成其功能的機率」。Billinton 與 Allan (1984) 指出可靠度的特質可分為兩個子項：(1) 安全度：即系統有能力在設備發生不預期故障時，即使喪失主要發電機組或輸電線數仍能避免發生系統擾動、甚至系統崩潰的現象；(2) 適當度：即系統既有發電機組或輸電線路等設施容量在僅考慮靜態條件下之維修停用時仍能滿足輸送用戶端所需電力量，惟不考慮系統擾動動態問題。

席時濟（民 89）從電力系統穩定的重要性談電網特質，指出電力供應自發電廠產生電能，需經由龐大綿密之輸電系統網路聯接傳輸，方能提供消費者使用，故輸電系統又稱電網。為避免牽一髮動全身，電網必須有足夠系統可靠度，始能在各種偶發事故下保持電力供需平衡的穩定運轉。

國營事業在國民經濟建設上，長期肩負著繁榮經濟、富庶民生的重要任務，尤其是台電公司，更在整體能源物資供應上，持續扮演著維護國家安全與 保證民生安定的關鍵角色。

從追求電力事業永續經營發展的角度來看，分述如下：

- 一、企業永續經營需要跳脫舊有制度的框架，舊有思考的框架，舊有的邏輯思維、框架才能有全面性的創新，也就是要打破成規，培養創造性的思維。
- 二、與網路科技結合，走向科技化，國營企業要在網際網路快速發展中尋求永續經營就必預將網際網路融入到企業整體策略之中，如利用網路

作出最快的反應、如何降低企業庫存等等策略思維。

三、企業創新與發展的目的，是為企業創造長期的存在價值，亦即企業創新與發展不但要能讓企業獲利生存，同時還必預建構一個偉大的機制，提供顧客超水準的產品和服務，同時又能促進社會大眾的生活更進步、更便利，亦即要顧及企業所有利害關係人的利益。

因此，從永續經營發展的學理運用到台電的供電穩定實際營運，主要是將供電系統之管控達到兩個顯著效益，一為穩定供電、二為防範各類線路事故發生。

一、穩定供電：

電力系統穩定性的破壞，將造成大量用戶供電中斷，甚至導致整個系統的瓦解，後果極為嚴重。因此，保持電力系統運行的穩定性，對於電力系統安全可靠運行，具有非常重要的意義。

二、防範各類線路事故發生：

防範線路事故發生，反映了電力系統持續供電電力的能力，同時它也反映了電業是否滿足國民經濟電能需求的程度，從健全管理體系、強化目標管理、嚴格綜合停電管理和防止外力破壞等指標的具體措施。

一般來說評估一個用電系統的可靠度，可以分成兩大項目：

(1) 系統安全度 (System Security)：

指能忍受系統設備事故發生不至於讓其他設備產生連鎖事故的能力

(2) 系統裕度 (System Adequacy)：

指電力系統無論何時都有充足的發電及輸電能力。

如何加強服務品質以滿足顧客需求成了當前重要的挑戰，因此如何

在近年內提高供電可靠度管理實為應具有的意識，供電可靠度管理須從高效率經營方式、智慧型輸電網著手：

高效率經營方式：

1. 引進高效率電網設備及技術。
2. 加速既有輸變電設備汰舊換新
3. 確保電網安全，提升電網營運績效
4. 善用物聯網資訊科技
5. 強化電網資產管理

智慧型輸電網：

1. 持續發展輸電網路智慧化。
2. 建置智慧型電網，讓電網擁有自我監測、診斷、保護、復原功能。
3. 運用大數據，掌握輸變電設備動態。

2.3 地下電纜設備圖資個案管理

2.3.1 個案管理的特色

地下電纜設備運轉需要由工作專業人員為一群或某一案主統整協助，過程中各個不同機構之工作人員相互溝通協調，以團隊合作方式為案主提供所需之服務，並以擴大服務之成效為主要目的，當提供案主所需之服務必須經由許多不同專業人員、後勤材料支援、技術服務等單位或人力資源來達成時，個案管理即可發揮其協調與監督之功能」。

潘淑滿（民 89）認為個案管理工作原則「BRACES」作為個案管理運用於個案工作過程應遵守的原則：

B：行為取向原則 (Behavior-Oriented)

身為個案管理者，首先必須了解什麼是案主或者是案主族群的問

題？案主本身對自己或是他人有什麼行為？對此行為又有何看法？何種的行為模式才較適合案主去遵循的？

R：轉介機構原則 (Referring to related agency)

個案管理者應先對案主的問題做評估，若不是個案管理者能解決的或是不在範圍之內的，將轉至有關機關尋求協助。

A：專業責任原則 (Accountability)

個案管理者應該對案主的處置負責，有責任提供案主適當的服務，給予案主也有責任參與其中的處置計畫，並執行計畫中之約定事項。

C：協調原則 (Coordination)

當案主的問題有複雜，而需要兩個以上的機構或者是需要專業知識共同處理時，個案管理這應該從中協調，並召集有關機構共同幫助案主。

E：評估原則 (Evaluation)

個案管理者應隨時注意案主的情況，並評估方案的可行性、適切性和案主改變的程度。

S：系統取向原則 (System-Oriented)

個案管理者需注重個體所存在環境內的各系統狀況，任何分析、診斷、輔導計畫都需要包括與案主有關的任何系統之內。

2.3.2 運用創新管理於電纜維護

台電公司輸電地下電纜設備遍佈全省，電纜的維護及檢查，攸關全民的用電品質，目前既有的維護與巡修作業大都仰賴人力，並以紙張表格的方式來紀錄現場資訊，在維護與管理上需要有一套完整的資訊管理系統，提升輸電設備管理與維護的效益，配合GIS圖資管理系統，呈現輸電地下電纜相關設備資訊。

1. 此系統運用網際網路技術與資料庫管理系統進行開發，能夠提供設備查詢、異狀及事故管理等，隨時提供設備之相關資訊，以利輸電業務的掌控，提昇電纜輸電設備維護及管理的效率。
2. 透過儲能平台之建置，在輸電線路GIS系統中，3D模擬結構複雜，開發週期長，投資大，而google earth軟體以衛星畫面為基礎，而且完全免費，功能完備，操作簡便，便於應用，作為輸電線路地理信息管理，可以大大提高輸電線路管理的信息化。
3. 地下電纜設備利用GPS 系統的項目實施，將使電力電纜的維護工作從“傳統人工”過渡到“移動信息”的工作方式，並可實現電子化、智能化，提高工作效率。
4. 系統具有較強的安全性、穩定性、更加靈活、快速方便，系統平台、軟體結構、通訊協議等遵循國內標準，便於系統與其它系統的媒合及擴展，並可根據設備台帳系統自動生成線路圖等有關圖形。

2.3.3 運用 Google Earth 地理資訊系統效益分析

運用 Google Earth 地理資訊系統在輸電設備維護是一種融合電腦硬體，軟體和地理資訊的數據管理系統，其可用於管理、集中、存儲、操作和顯示地理資訊的電腦系統，任何有關空間、位置、距離遠近等概念的資訊，以及地圖上的點、線、面、文字與數字所表示的資訊皆為地理資訊，其效益如下：

1. 迅速反應性：系統整合 協助災害緊急應變處理

透過相關資訊與設備數位化之整合，提供高精確度量測，將輸入之資訊進行即時分析、顯示、儲存，並將資料建置成三維圖資，透過 GIS 系統之整合，當災情發生時，亦可提供分析災害影響範圍，供第一線工作人員可清楚獲得災害影響之相關資訊，掌握事故處理的時效。

2 系統整合性：提供決策推行基礎

地理資訊系統可有效地結合空間資料（地圖）及統計資料（文、數字），建立空間統計資訊，展現統計資料之地區別分布差異，對區域發展政策之擬訂，可提供更具體的分析資料及決策支援。統計資訊的建立及提供，可使統計資訊以更多元化的方式呈現，並可提高各種決策的正確性及完整性，進而提升地理資訊系統之應用效益。

3 科學管理性：人性化管理

藉由主控電腦進行資料載入之後，巡檢資料整合程式將載入之資料整理至資料庫內，其巡檢資料庫內容可分為時間、人員、地點、事件、處理及報告與否等，依不同需求及功能加以分類匯整，並賦予人性化之操作介面，由於資料皆存於資料庫內，所以可依不同之用途設定不同之列表方式，以達到人性化之要求，且因資料庫之建置使其後續之用途將更為廣闊。

第三章 研究方法與建立管線圖資創新效能

3.1 研究方法

本研究採用結合 Google Earth 這個免費平台，所以可以很容易的讓資料互通，透過慣性定位管線探測資料以建立正確圖資方法來進行探討，將所測得坐標轉換，取得影像資料，可取得該區資料，之後便可將符合 WMS 標準之影像資料庫中之影像，依使用者需求展現於 Client 端。最大的優點在於，使用者僅需有一個 Google Earth 的免費軟體，就可以觀看提供 WMS 服務之各影像資料庫資料，而且速度快，並可和 Google Earth 提供的最新的衛星影像進行資料比對，不失為一個良好的展示平台。提供現場維護或轄管該電纜設備之同仁參酌應用，目前雖有針對電纜管路地理圖資系統有所討論，唯未提出具體統合的改善對策，進而創造新知識，產生出新穎而獨特的成果；地下電纜設備維護運轉需要由工作專業人員為一群或某一案主統整協助，過程中各個不同機構之工作人員相互溝通協調，以團隊合作方式為案主提供所需之服務，並以擴大服務之成效為主要目的，當提供所需之服務必須經由許多不同專業人員、後勤材料支援、技術服務等單位或人力資源來達成時，個案管理即可發揮其協調與監督之功能，因此以「個案研究法」作為本研究方法。

個案研究，它是運用技巧對特殊問題能有確切深入的認識，以確定問題所在，因而會著重整體觀點，瞭解現象或事件的情境脈絡。我們可以說個案研究就是一種研究策略，選擇單一個案，採用各種方法如觀察、訪談、調查、實驗等，以此蒐集完整的資料，掌握整體的情境脈絡與意義、深入分析真相、解釋導因、解決或改善其中的方法（邱憶惠，民 88），亦即個案研究能夠幫助釐清特定的真實情境脈絡，達成整體而通盤的瞭解。

本研究首先論述研究之動機與目的，以確立研究主題及目的，接續收集相關文獻及資料，進而提出本研究架構，另透過 SWOT 分析對防範挖損事件探討，藉以整理出須具備哪些內部環境的優勢與劣勢，藉此分析比較，正視現行制度的短處與面臨的潛在危機，並加以改進與補強後找出最佳的整體規劃及對策，具體建立管線圖資創新效能、確認套繪方法驗證與運用，推動效益及改善行政效能項目，俾以提升管理作業之效率及品質，提供維護單位確實可行的管理策略，最後提出本研究之結論與建議。如圖 3.1 所示

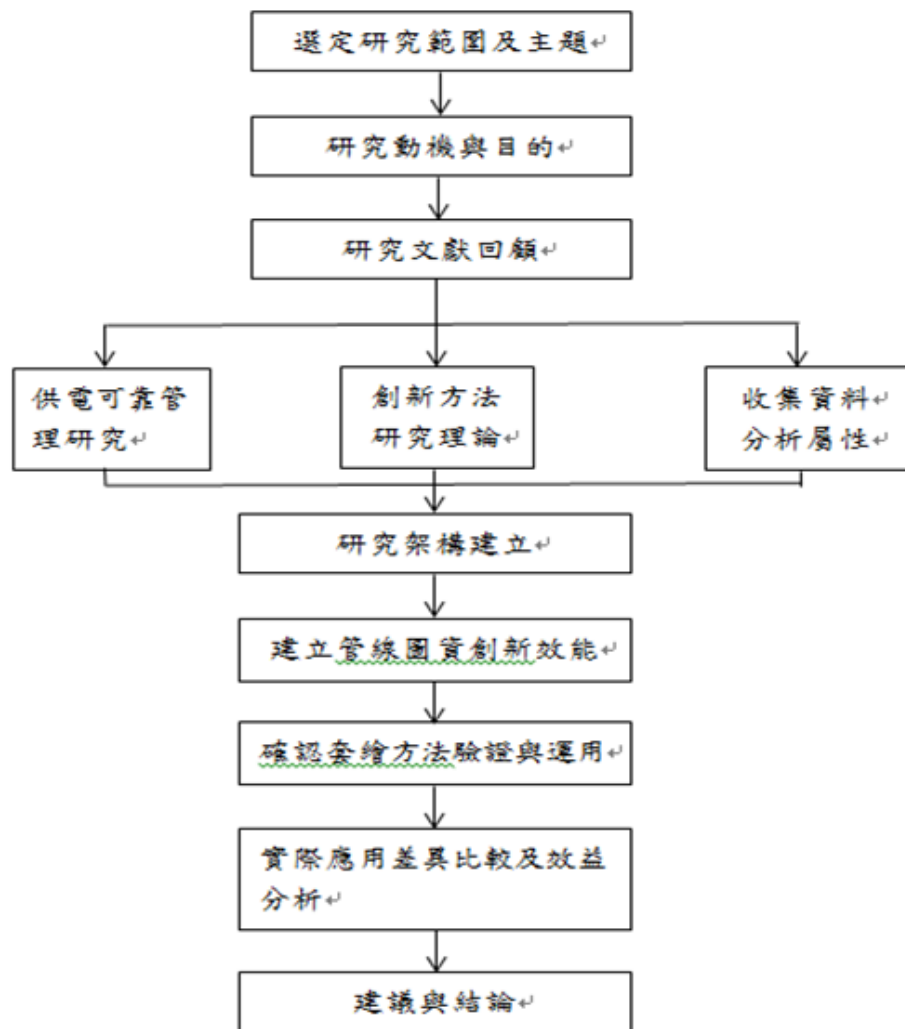


圖 3.1 研究架構流程圖

資料來源：本研究整理

3.2 輸電地下電纜設備架構

輸電係指「將電力傳送給消費者的過程」，是大量的電力傳輸，屬電力系統運作關鍵之一環，透過輸電特高壓線路的應用，使偏遠電力（發電廠）得以連接至消費者或工業園區，而輸電線路會因傳送距離與提供用電對象不同，可分為 345kV、161kV 與 69kV 三種電壓等級。且因要求兼顧景觀，近幾年來輸電線路逐漸改用地下電纜線路輸送電力，並通常設備埋設於道路或附掛於其他公共建設上，其鋪設方式可能使用預先在道路下面埋設管路或涵洞或共同管道內，再將電纜線裝置延放其中以輸送電力而其相關設備，如圖 3.2 所示。

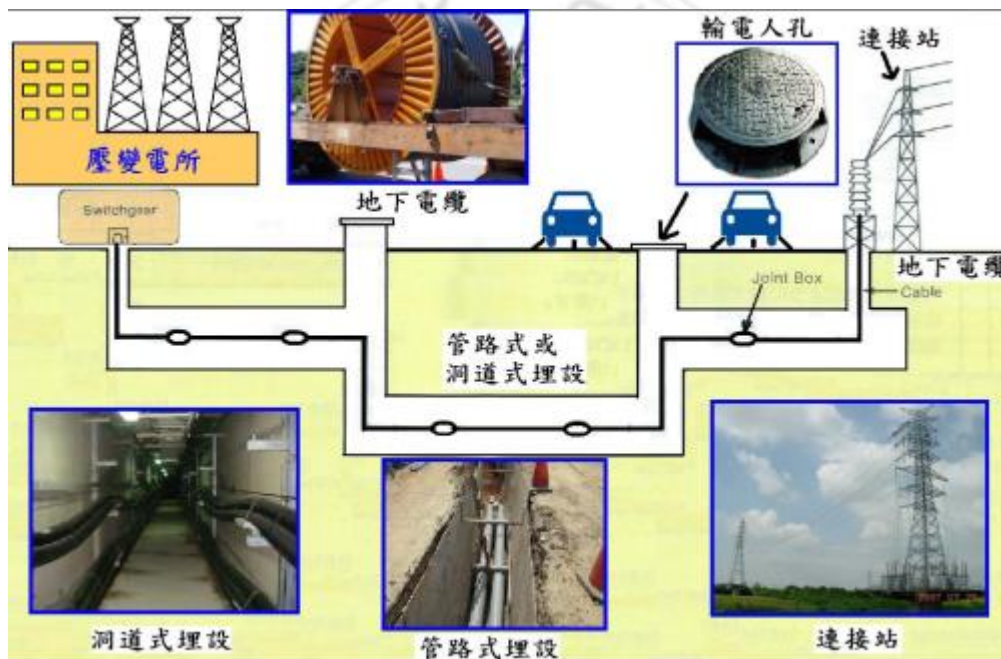


圖 3.2 輸電地下電纜設備架構圖

資料來源：本研究整理

3.2.1 輸電線路長度、人孔數量

電力電纜線路同架空線路一樣，都是電力網的重要組成部分，具有輸送和分配電能的重要作用。儘管它成本高、投資大，但在一些考慮到安全、

環境，以及空間位置等特殊場所，電纜線路因其供電可靠性高，受空間以及地理環境制約小、安全性高、維護投入量小等優點，仍然被廣泛應用，至 106 年 12 月為止台灣地區電力電纜線路長度、回線長度及人孔數量如表 3.1 所示。

表 3.1 地下電纜線路長度、回線長度及人孔數量彙總表

地下電纜線路長度、回線長度及人孔數量彙總表													
管轄單位	電壓類別	345 kV			161 kV			69 kV			合計		
		線路長度(公里)	回線長度(公里)	人孔數量	線路長度(公里)	回線長度(公里)	人孔數量	線路長度(公里)	回線長度(公里)	人孔數量	線路長度(公里)	回線長度(公里)	人孔數量
合計		535	104.7	10	1747.7	2530.2	6091	1474.3	1697.3	4823	3275.3	4332.3	10924

資料來源：台電公司

3.3 套繪方法驗證與運用

套繪工作主要為確認所佈設之地下管線正確路徑、位置、走向等資料，故須對所埋設之地下管線進行探測，以利了解地下管線實際埋設情況，並確保未來供電營運安全及提供其他管線單位正確竣工圖資，避免挖損糾紛，其應用伺服器資訊簡介如下。

Google Earth 是一款 Google 公司開發的虛擬地球儀軟體，它把衛星照片、航空照相和 GIS 布置在一個地球的三維模型上，可以帶領您遨遊天涯海角，觀看衛星圖像、地圖、地形圖、3D 建築物，其主要運用本研究的功能有：可標註我的最愛點位，包含座標、儲存名稱、文字、網站連結、可測量直線距離、折線距離、半徑距離，顯示經緯度與高程、連結 Google Earth 的自有資料庫，其操作介面中文化，以方便使用。

全球定位系統 (Global Positioning System, 通常簡稱 GPS)，又稱全球

衛星定位系統，是美國國防部研製和維護的中距離圓型軌道衛星導航系統。它可以為地球表面絕大部分地區（98%）提供準確的定位、測速和高精度的標準時間。全球定位系統可滿足位於全球地面任一處或近地空間的連續且精確的確定三維位置、三維運動和時間的需求。

地理資訊系統（Geographic Information Systems, GIS）乃在利用電腦來處理與地圖及空間相關資料的系統，具有圖形展示、套疊分析、環域分析、條件查詢等功能，適合應用於輔助與地圖、空間相關資訊之查詢、分析與展示。

本研究以Google Earth系統結合慣性定位做查詢，以較為準確的慣性定位資料做基礎，以強大整合工具Google Earth做架構，去開發防挖查詢系統，此系統以管線埋深，提高辨識度，另以路名做查詢，加快查詢作業，為了因應未來龐大的地下電纜各項資料，例如慣性定位圖資、台帳、接續匣型式，將持續朝以伺服器系統去整合資料，其架構如圖3.3所示。

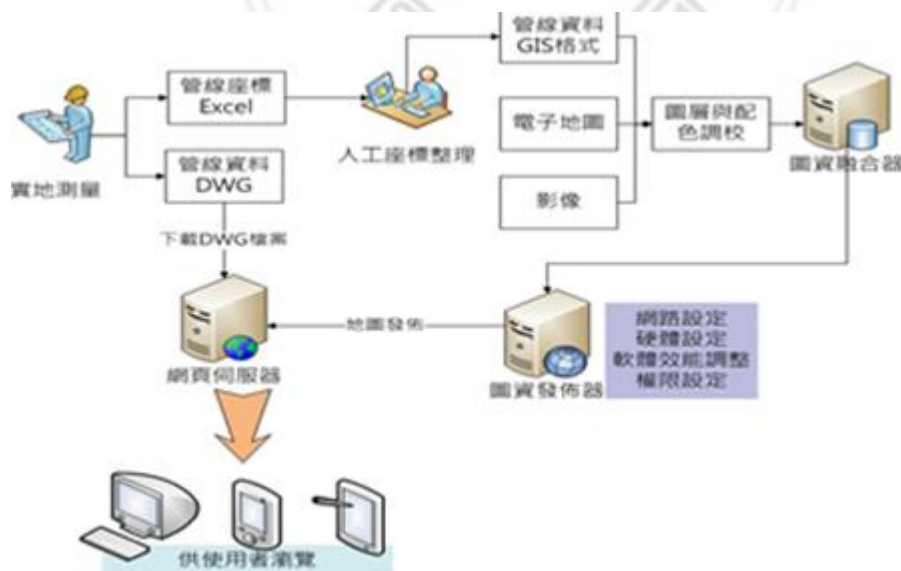


圖 3.3 地理資訊系統架構

資料來源：本研究整理

3.3.1 套繪方法驗證與運用

套繪工作主要為確認所佈設之地下管線正確路徑、位置、走向等資料，故須對所埋設之地下管線進行探測，以利了解地下管線實際埋設情況，並確保未來供電營運安全及提供其他管線單位正確竣工圖資，避免挖損糾紛。

傳統管線套繪地下電纜線路資料包含管路埋設方式、埋設位置、管路數量及電纜線徑等，因線路建設年代已久，地貌改變致套繪資料不完整或施工不慎，導致施工中挖損既設管線，造成重大的損失，又地下開挖工程施工時，需邀集各管線單位會勘及提供地下管線資料作為規劃、施工時之參考，提供之管線圖資保存已久致圖面模糊，及僅註明管線之概略位置與深度之管路竣工圖以供參考，但無確切地理座標，必須以實際試挖為準，此不僅延誤施工時間並造成工程風險。

3.3.2 慣性定位及圖資數化整合系統

工商業發展及環境改變的緣故，許多既設管線路徑及埋深，因地形地貌改變與原本竣工圖大不相同，傳統的管線套繪及試挖仍存有風險，無法提供較為準確的套繪圖資。要如何提供詳細的管線圖資供查詢是件很困擾的事，因近代的科技進步，發展出 GPS 定位及管線路徑探測儀…等各種管線位置測量儀器，其中包含慣性定位測量法，然而慣性定位施測後成果圖資數量龐大，整合不易，需有強大的工具做整合，因此以 Google Earth 結合慣性定位圖資開發地下電纜查詢系統，以達到快速防挖查詢的目的。

一、電纜管線慣性定位系統網頁伺服器

本系統採用台電公司單一簽入認證 (SSO)，登入時輸入員工單一簽入帳號、密碼。登入後，即可進入系統首頁，系統依使用者權限提供對應功能 (如圖 3.4)，本系統建置目的為增進輸電設備管理效能、資

料取得便利性、災害事故搶修時效及單位主管對於經營決策參考依據等也將規劃於本系統功能中。



圖 3.4 電纜管線慣性定位系統網頁伺服器頁面

資料來源：本研究整理

二、GIS 圖台

系統提供 Google Earth Enterprise 作為 GIS 圖台，提供查詢架空線路、地下電纜、電驛線路、電話線路等輸電設備，並於 GIS 圖台上呈現設備位置。將既有人孔做 GPS 定位，把 GPS 座標匯入 Google Earth 系統內，再進行相關的查詢，如圖 3.5 所示，以此方法查詢可進行路名查詢，方便查詢人員以路名做查詢，清楚得知該路段有無人孔，管線路徑標示，仍無法得到詳情管線的埋深資料，仍須搭配慣性定位圖資套繪。



圖 3.5 電纜管線慣性定位系統 GIS 圖台頁面

資料來源：本研究整理

三、系統平台架構介紹

本資訊平台係以「電纜管線慣性定位系統及圖資數化整合系統」做為系統平台，後續建立模組做為資訊平台，整體架構可分為幾個部分資料庫，介紹如下：

1 資料庫

為以電子化的方式，將資料儲存於伺服器中，本研究儲存之資料可分為兩大類，分別為管線座標資料、台帳基本資料。

2 管線座標資料查詢平台

資料庫所儲存資料透過平台將其展示，本平台的查詢以管線資料為主。

3 管線資料匯入平台

紙本資料透過本平台，經由人工的方式將紙本資料轉換為電子資料，儲存至資料庫中。

4 台帳資料查詢平台

資料庫所儲存之資料透過平台將其展示，本平台的查詢以 Google Earth

所建立的台帳基本資料為主。

四、輸電設備維護管理系統智慧化效能

地理資訊的應用領域非常廣泛，尤其在地下電纜設施管理系統上潛在應用更加便利，且系統對業務有顯著的效益，因此 GIS 應用一直是一個重要的領域，而在管線管理中，應用地理資訊系統在管線上，其所提供的效能包括：

1.紀錄顯示管線相關的資訊：

在資料庫中蒐集建置管線相關資訊，例如管線建置年份、分佈位置、管線型式、管線材質等基本資料，在管線維修或佈設新管道時之時，能夠清晰的了解相關管線的資訊，並對影響之管線做進一步有效的預防、維護的工作。

2.快速並正確尋找管線相對位置：

利用管線管理系統進行管線埋設位置的尋找，不再像傳統時混亂與不明確，更不會發生在施工時挖錯管線的情況。

3.提供高品質的服務並降低成本：

如管線資料庫的架設完備、資料建置齊全，故對於各管線管理、維修、佈置需求能提供更具效率與準確性的服務。

4.規劃新的設備、管道的地點：

強大的資料庫分析與控管，對於新瓦斯管線、電力線、自來水管管線電信設備等各類公共綜合管線佈置位置、降低與舊有管道衝突能有效的規劃出更適當的施工計畫。

5.圖資的產出與維護：

地理資訊系統可將龐大的圖資數化，籍以節省人力及時間，並且可統合管線圖與其它圖資，例如：行政區域圖、水文圖與管線圖的配合，

更能讓管線管理的工作得心應手的進行。圖資的維護更可透過 GIS 電腦數化的方式達成，不再像傳統紙圖容易損毀、老舊或者模糊。

6.新設管線及對管線更新進行規劃：

針對新設管線的需求，系統可依據其短期需求及未來預估規劃管線需求，並現有之規劃狀況設計管線圖，對於管線圖之設計輔助，系統可提供道路、建築、人口、經濟……等資料供設計人員參考，進一步的輔助則可對各管線段的資源供給狀況進行分析，以便對新設計的管線進行可行性評估。

3.4 管線圖資應用創新作為

管線資訊之推動，其最終目的是資料得以共用共享，因此標準制度在整個資訊推動程序裡是整體規劃的最終成果，也是資料建檔及應用系統建構的基礎，並緊密銜接兩者，如此才能真正達到共用共享，並期望能達成下列創新作為目的。

1.圖資管理應用創新：

傳統紙圖容易損毀、老舊或者模糊，管理不易，將龐大的圖資數化，籍以節省人力及時間，並且可統合管線圖與其它圖資方便查詢。

2.資訊化應用創新：

圖資利用資訊化智慧管理，俱迅速性、擴充性、整合性維護平台之想法，建立智慧管理機制。

3.便捷應用創新：

可使用電腦、透過網際網路隨時隨地查詢管線圖資，俾便主管單位執行業務及資料的管理。

4.防災應用創新：

道路底下公共管線錯綜複雜，稍有不慎挖掘將引起重大災害，藉由正確管路圖資提供，可避免錯誤挖掘產生，達到防災應用。



第四章 防挖機制與建立管線系統構件應用和實現

4.1 電纜挖損SWOT分析與防挖機制

為確保供電品質及設備正常運作以地下電纜為例，建立管線管理系統為必要基本措施，然電纜防挖精進作為與機制亦至關重要。在要擬定防範挖損事故策略之前，必先要瞭解本身內部之環境與分析外部環境帶來的機會與威脅來進行分析，因此要瞭解內部環境的優勢 (Strength) 與劣勢 (Weakness) 為何，再來便是探討所能掌握外部環境的機會 (Opportunity) 有哪些以及將面對哪些外部環境的威脅 (Threat)。本節將先以 SWOT 分析來對防範挖損事件探討，藉以整理出須具備哪些內部環境的優勢與劣勢，以及所要面臨哪些外部環境的機會與威脅，藉此分析比較，可在「知己知彼」並掌握大環境趨勢變化下，在既有的基礎上，正視現行制度的短處與面臨的潛在危機，並加以改進與補強，找出最佳的整體規劃及對策，如表 4.1。

表 4.1 防範挖損事故策略 SWOT 分析

優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)
<p>S1. 人員組織架構完整、權責劃分明確，專業技能素養高。</p> <p>S2. 自有網路系統及已有線路監測系統，基礎建設完整。</p> <p>S3. 訓練資源完整，擁有專業的人才，利於新知識開發及操作。</p> <p>S4. 現有設備充足，可作為日後創新版本更新基礎。</p> <p>S5. 新進員工年輕化，有利於新知識、新技能吸收及推行。</p>	<p>W1. 警示、查詢系統屬於被動裝置，無法達到預先防範挖損事故之功效。</p> <p>W2. 地下管線錯綜複雜、資料老舊，管理人員更換、地貌變更及竣工圖製作不確實，使得各單位皆不能確認自身之管線位置。</p> <p>W3. 擅自開挖，未登錄各縣市道路挖掘管理系統。</p> <p>W4. 巡檢人員工作未落實。</p> <p>W5. 提供管線位置不正確，致挖損事件發生。</p>
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
<p>O1. 管線定位科技日新月異，可提供更精準之探測儀器。</p> <p>O2. 各直轄市及縣(市)政府道路主管機關之工務需求，具有數值座標描述之公共設施管線資料，作為各管線單位間於道路申挖工程時之套繪參考。</p> <p>O3. 各直轄市及縣(市)政府建立道路挖掘管理系統網，可供隨時查詢各地挖掘施工情形。</p>	<p>T1. 各地方政府推行路平專案，人孔遭掩埋，人孔開啟需配合禁挖時效申請，致建立管線圖資緩慢。</p> <p>T2. 大型橋樑及排水整治等公共工程施工，橋墩基樁、鋼板釘樁危及既設管路。</p>

資料來源：本研究自行整理

從以上綜合內外環境分析，以台電防範地下電纜挖損事故的優勢、劣勢、機會及威脅，加上內外部環境因素等情勢資料，續而透過交叉模擬分析以發揮優勢，掌握機會，克服威脅，彌補劣勢之原則為基礎作出之綜合防治策略。

4.1.1 防挖精進作為與機制

由各項統計數據分析均顯示，造成地下電纜事故之主要原因仍以管線旁工程施工挖損為首位，故須針對此要因訂定防範對策，為避免電纜遭其他管線單位不預警挖損造成事故，最有效方式為派員加強機動巡視，並於管線單位開挖前，應先辦理管線套繪、會勘、試挖，以杜絕事故再發生。另利用各縣市建立之『道路挖掘管理系統』，查看各管轄區內，是否有管線單位施工及建立民眾通報系統機制，確實掌握施工情形，為防範地下電纜事故再發生之有效措施。

一、防挖精進管控措施

因民眾或各管線單位施工挖損過失為比率最高，僅依目前預警系統無法有效防患事故於未然，轄管維護部門應建立防挖精進措施，其措施包括下列 10 項：

1. 每月召開防挖會議，追蹤管線旁工程施工進度。
2. 每日上道路挖掘管理系統網，查詢轄管區內道路有無其他單位路證申請。
3. 每日主動追蹤查詢申挖套繪案件之進場時程。
4. 建立民眾通報機制。
5. 每季函文管線單位宣導防挖，並檢附轄管區內地下電纜路徑光碟，協請防挖。
6. 每日下班前辦理巡視人員防挖會議。
7. 施工現場宣導、現場監視。
8. 施工案件之會勘或會同試開挖。
9. 主管走動管理，查核巡視是否落實。

4.1.2 道路挖掘管理系統APP上網查詢

為避免地下電纜遭其他管線單位挖損造成事故，維護人員須每日利用電腦隨時登錄查詢道路挖掘現況或其他單位開挖路證申請，掌握各管線單位施工需求，如有管線旁施工先進行協調確認管線位置，建立聯繫機制，提供準確管線圖資並加強巡視，俾使維護管理能早期預防。以下以臺南市道路挖掘管理系統入口網站首頁為例，如圖4.1所示。



圖 4.1 臺南市道路挖掘管理系統入口網站頁面

資料來源：本研究整理

4.2 圖資開發建置系統架構

新設管路施工或改善時，因套繪資料不完整或施工不慎，導致施工中挖損其他既設管線，造成重大的損失，建置準確管線圖資暨續與道路施工單位進行協調確認管線位置等，應為防範挖損事故之首要工作。

遵循依據法令如下：

1.電業法第四章第二十五條：發電業及輸配電業應依規定設置電業設備。

輸配電業應建立電力網地理資訊管理系統，記載電力網線路名稱、電

壓、分布位置、使用狀況等相關資料，並適時更新。

2.內政部營建署「公共設施管線資料標準」：標準之內容定位為具有數值座標描述之公共設施管線資料，其主要目的為提供公共設施管線資料庫及各直轄市及縣（市）政府道路主管機關之工務需求，並作為各管線單位間於道路申挖工程時之套繪參考。

4.2.1 管線路徑基本資料建置

一、管線路徑土建結構

以慣性定位完成人手孔與地下管線之現地座標定位資料後，呈現之資料僅為點及線，無法完整以土建結構剖面呈現，因此須提供現地結構作為各管線單位之套繪參考，輸電地下電纜土建結構有人孔、明挖管路、推管、明挖涵洞、潛盾洞道，如表 4.2。

表 4.2 地下電纜管線路徑土建結構

人孔	明挖管路
潛盾洞道	推管管路
導向鑽掘	

資料來源：本研究整理

二、管線探測技術慣性定位儀：

慣性定位儀之設計並未運用電磁波及地球磁場等相關原理，以慣性定律為原理與陀螺儀為核心技術研發出管道專用定位儀（以下簡稱慣性定位儀）如圖 4.2 所示，將其置於管道內，並使其沿管道移動，移動同時定位儀能即時量測水平及垂直方向數據，並寫入記憶體。移動結束後下載資料至連結電腦進行運算，提供地下電纜需求座標值，藉以提升管道工程竣工圖資的正確性。

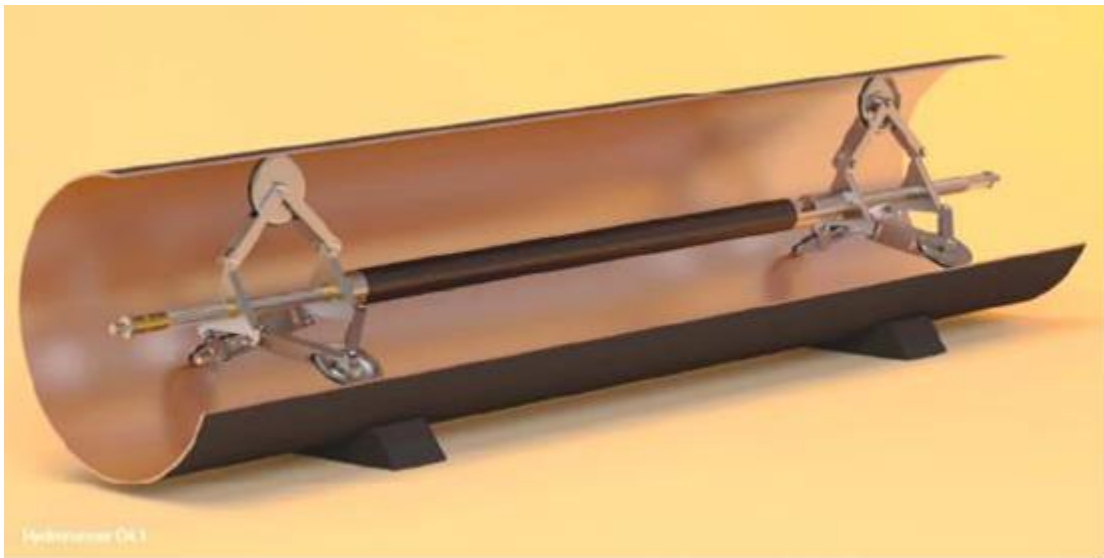


圖 4.2 慣性定位儀

資料來源：本研究整理

1. 內部裝置

慣性定位儀分別由以下的部分組成：

方位測量器 (OMU)：包含除了計程儀（一般放在方位測量器之外）之外的所有傳感器。如圖 4.3

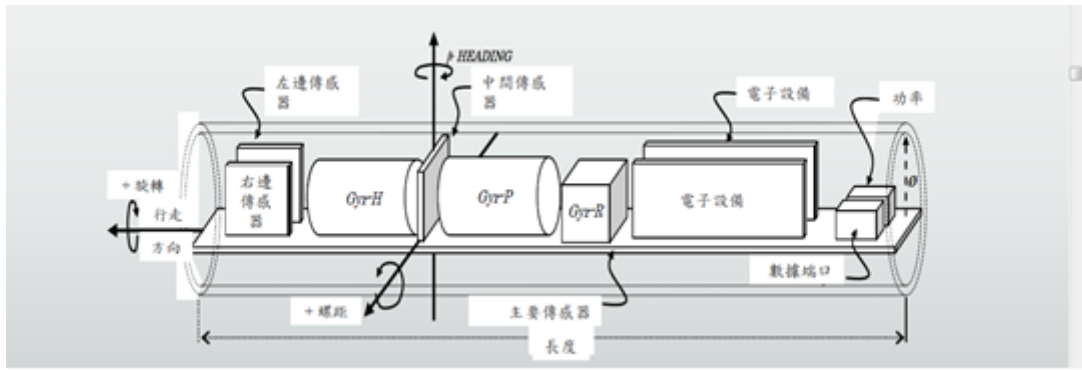


圖 4.3 慣性定位儀內部裝置

資料來源：本研究整理

2. 慣性定位資料測量及繪製

(一) 施作慣性定位測量作業有 2 階段：

第 1 階段：先以可測三維座標的全測站經緯儀（如圖 4.4 所示）搭配衛星定位(如圖 4.5 所示)儀進行引測點及相關地形地物的測量作業，以取得相關作業地點之市街輪廓，及管道入出口之座標值。



圖 4.4 全測站經緯儀



圖 4.5 衛星定位儀 (GPS)

資料來源：本研究整理

第 2 階段：待完成試通作業後，如下圖顯示將慣性定位儀置入左側（入口處）之待測管路內，開啟慣性定位儀後於入口處靜止機器約 30 秒後並於右側（出口處）以機器或人力進行拖曳，由於本階段作業皆在人孔下，以機器拖曳容易造成儀器損毀，故採用人力拖曳量測，隨著儀器在孔道內移動，儀器內建陀螺儀即時記錄慣性定位儀移動之時，其路徑距離的移動及軌跡座標的變化距離。拖至出口處亦須靜止 30 秒，至此始完成一次探測作業，於此反覆探測二次以上得最精確之成果。取完全探測後，取出後慣性定位儀將探測資料下載至作業軟體，並輸入入、出口之座標數值及相關程式必備參數後，於軟體內進行資料運算。待取得最精確之成果後，儲存該筆資料的相關數據，並配合測量所得之現場地形圖於製圖軟體內進行後續之管路資料編輯、套繪，如圖 4.6 所示。

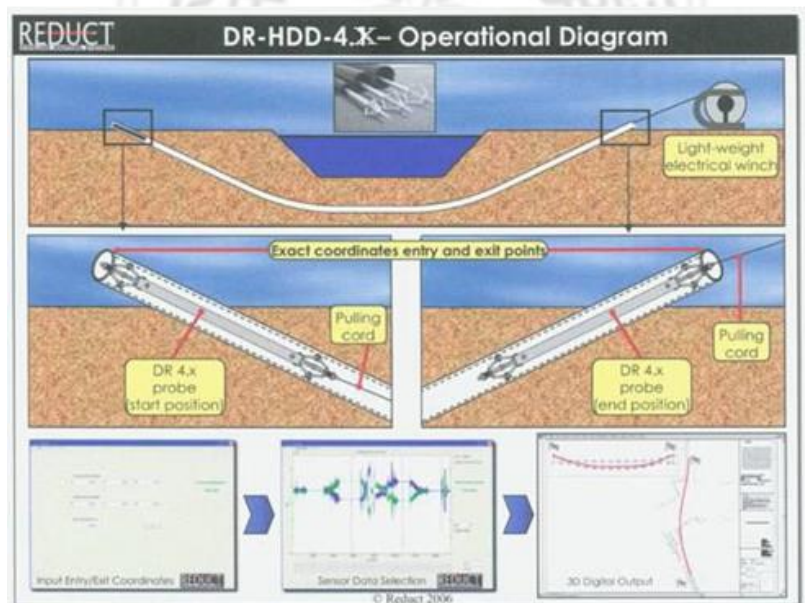


圖 4.6 慣性定位施作示意圖

資料來源：本研究整理

3. 探測成果

將路面定位資料與管線位置資料，進行相關的平面圖及縱斷圖的繪製，

平面圖以 1:500 比例繪製，縱斷圖水平部份以 1:500 比例，垂直部份以 1:100 比例繪製，如圖 4.7 所示，將相關的地形地物位置及管線埋深詳細的繪製在圖面上，並將所測得之管線位置資料以成果表呈現，以利查看，如表 4.3 所示。

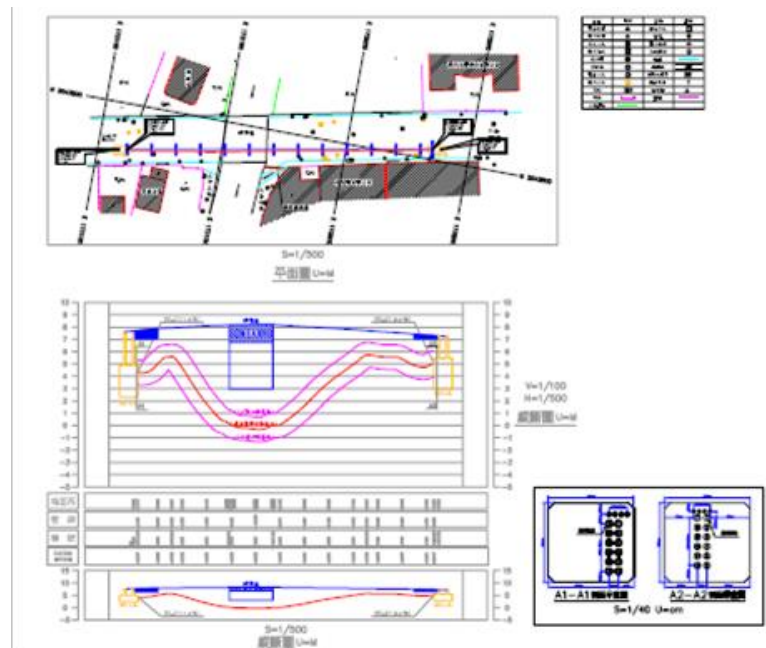


圖 4.7 平面、縱斷面圖

資料來源：本研究整理

表 4.3 管線位置資料部份成果表

相關數據								(表 E)
人手孔編號(入口孔)：永康SS (N09)				人手孔編號(出口孔)：M1 (N09)				
兩人孔直線距離：122.489M				管道測量實際長度：169.165M				
Sampling Rate：800 Hz with 16 bit accuracy				<input type="checkbox"/> 第一次測量 <input type="checkbox"/> 最佳值				
測量情形概述：(如有否遇管障等，描述之)								
1.縱橫座標採用TWD97系統及其高程採用正高系統，並將每1M探測座標值列示如下。								
測量點說明	探測方式				E(橫座標)	N(縱座標)	H(正高)	備註
	雷射	GPS	被鏡	慣性定位				
電纜溝中心點座標			V		173281.517	2548284.113	12.660	入口孔(永康SS)
人孔蓋中心點座標			V		173338.277	2548393.085	12.630	出口孔(M1-1)
人孔蓋中心點座標			V		173343.029	2548392.826	12.630	出口孔(M1-2)
入口點座標	V				173281.381	2548283.953	11.304	永康SS_N09
出口點座標	V				173336.398	2548393.194	8.232	M1_N09
P09001				V	173281.381	2548283.953	11.304	OK-000.177

資料來源：本研究整理

將所測得之OMU現測資料讀出後，取樣距離為1公尺，轉換經緯度格式後將相關資訊匯入資料庫中，最後再由GIS系統將相關資訊呈現於地圖上。圖4.8為慣性定位資料匯入於GIS系統顯示畫面，其中，使用者可點選欲查詢之地下管線，即可於地圖上顯示該管線之分佈情形，並於地圖右下角顯示該管線之深度剖面圖，方便使用者快速了解該管線之分佈情況及深度資訊。



圖 4.8 慣性定位資料匯入於 GIS 系統顯示畫面

資料來源：本研究整理

4. 慣性定位特點與限制

特點：1.獨立測量，可以在不同狀況下，施測至任何深度。

2.定位方式與電磁波或磁場無關不受干擾。

3.不受地形、地物、河流之阻礙。

4.適用多種管徑。

5.除人手孔外，不需作業人員於道路上使用探測器追蹤定位，對於交通影響較小，也降低交通事故的發生。

6.直接測量管道中心位置。

7.輸出通用的高精度數據，可迅速產出圖資，減少轉碼及繪圖的時間。

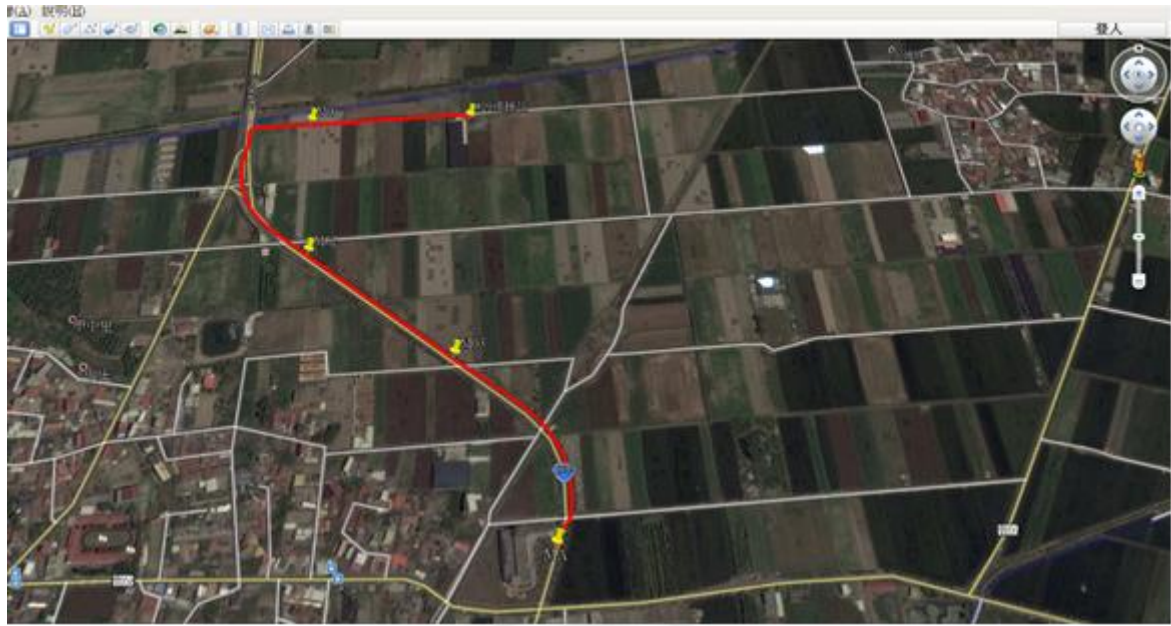
- 限制：1.受管內流體或佈放物之影響，故最佳施測時機為管線埋設施工完成階段。
- 2.受管道曲率限制。
- 3.適用於圓管。

4.3 Google Earth與慣性定位圖資結合應用與案例

隨著都市的開發，地下管線已發展到多類別且佈局複雜的管線網，而現行的圖資係依據管路興建時施工單位提供之路線平面、縱斷面圖而建置，該管路圖無法提供埋設深度及準確位置，如其他管線單位要求提供圖資俾利其規劃、開挖等作業，容易因管線資料不正確而產生挖損電纜，造成眾大損失案件，因此，探測地下管線全面掌握有關資料數據，以提供都市規劃和管理的依據已是亟待解決的問題。

4.3.1 圖資結合應用

管線防挖工作一直是現場維護單位最重視的工作，要如何達到快速、便利、有效查詢顯得格外重要，將既有慣性定位引測人孔及管線GPS資料定位，把GPS座標匯入Google Earth系統內，再進行相關的查詢，如圖4.9所示，以此方法查詢可進行路名查詢，清楚得知該路段有人孔，瞭解地下管路埋設深度、路徑走向及座標位置等實際情況，提高辨識度，讓查詢人員清楚知道那些區段是須特別注意，減少防挖查詢時間，另與其他單位協調套繪時，提供管線位置資料表確認管線位置，可以達到更便利、正確、快速的目標。



#19 連接站-M01			M01-M02			M02-M03			M03-M4		
測量方向			測量方向			測量方向			測量方向		
E(X)	N(Y)	Z	E(X)	N(Y)	Z	E(X)	N(Y)	Z	E(X)	N(Y)	Z
05930.346	2572816.370	24.760	175701.131	2572801.977	24.170	175740.251	2572565.496	23.882	175939.717	2572408.822	24.318
05929.809	2572817.336	24.700	175700.141	2572801.869	24.257	175741.017	2572564.855	23.971	175940.543	2572408.276	24.454
05929.392	2572818.738	24.606	175699.153	2572801.756	24.355	175741.814	2572564.283	24.16	175941.359	2572407.727	24.598
05928.867	2572819.058	24.480	175698.167	2572801.642	24.460	175742.631	2572563.743	24.267	175942.147	2572407.173	24.85
05928.217	2572819.834	24.404	175697.180	2572801.525	24.571	175743.449	2572563.296	24.576	175942.931	2572406.638	25.169
05927.472	2572820.477	24.341	175696.197	2572801.410	24.684	175744.266	2572562.67	24.791	175943.743	2572406.114	25.37
05926.664	2572821.022	24.280	175695.212	2572801.297	24.796	175745.082	2572562.137	25.009	175944.576	2572405.578	25.476
05925.831	2572821.444	24.270	175694.225	2572801.188	24.902	175745.898	2572561.599	25.223	175945.408	2572405.035	25.558
05924.775	2572821.744	24.275	175693.234	2572801.086	24.984	175746.717	2572561.059	25.418	175946.238	2572404.49	25.621
05923.791	2572821.933	24.263	175692.243	2572800.991	25.052	175747.536	2572560.515	25.606	175947.068	2572403.94	25.669
05922.791	2572821.989	24.231	175691.251	2572800.897	25.107	175748.364	2572559.969	25.771	175947.896	2572403.385	25.702
05921.795	2572822.045	24.196	175690.257	2572800.804	25.145	175749.193	2572559.409	25.714	175948.72	2572402.831	25.724
05920.599	2572822.066	24.241	175689.268	2572800.712	25.174	175750.012	2572558.836	25.722	175949.548	2572402.275	25.737
05919.809	2572821.907	24.348	175688.273	2572800.618	25.197	175750.833	2572558.259	25.739	175950.367	2572401.709	25.757
05918.821	2572821.799	24.467	175687.278	2572800.525	25.216	175751.65	2572557.682	25.762	175951.182	2572401.139	25.78
05917.896	2572821.691	24.588	175686.286	2572800.439	25.214	175752.46	2572557.106	25.788	175951.997	2572400.564	25.81
05916.847	2572821.580	24.713	175685.291	2572800.352	25.199	175753.275	2572556.522	25.815	175952.806	2572399.99	25.844
05915.888	2572821.430	24.836	175684.297	2572800.266	25.180	175754.08	2572555.932	25.843	175953.619	2572399.411	25.878

圖 4.9 Google Earth 套繪管線資料圖

資料來源：本研究整理

4.3.2 管線探測技術應用案例

一、事由概述：

台南市政府為改善安南區淹水情事擬採河道擴寬之工法，以增加排水功能，規劃於台17線本淵橋及海尾橋辦理改建工程。本淵橋將改建長度為140M、海尾橋將改建長度為85M，顧問公司開始進行規劃設計。兩橋樑下均佈放地下電纜，管線採潛鑽方式鋪設（深度約為

20M~30M)，恐與世曦公司規劃設計之橋樑基樁（深度約40M~50M）相抵觸，須先提供管線座標、管線深度供規劃設計，如圖4.10。



圖 4.10 161kV 安南~南濱地形位置圖

資料來源：本研究整理

二、供電重要性

挖損輸電電纜之嚴重性

直接影響：

1. 施工人員及周遭人員安全（電擊危險）。
2. 主要供應台南科技工業區用電。

間接影響：

1. 科工區大停電，有毒氣體外洩。
2. 經濟部、民意代表、媒體關切及地下修復費用、廠商損失求償。

三、橋樑與管線相關位置

台 17 線本淵橋及海尾橋擴建後橋樑基樁與台電管線為十字型交叉抵觸（如圖 4.11），台電人孔管線採垂直排列方式，如圖 4.12。

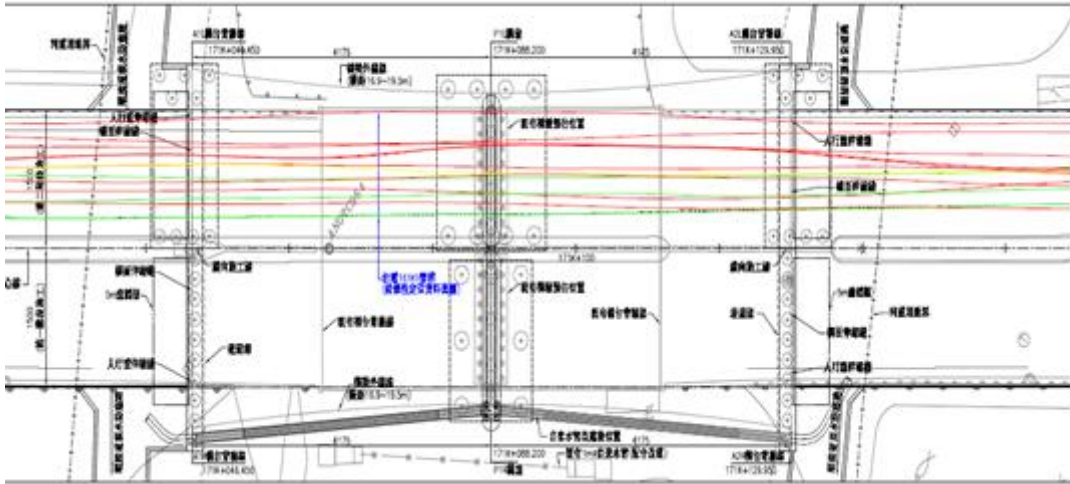


圖 4.11 橋樑基樁與管線俯視圖

資料來源：本研究整理

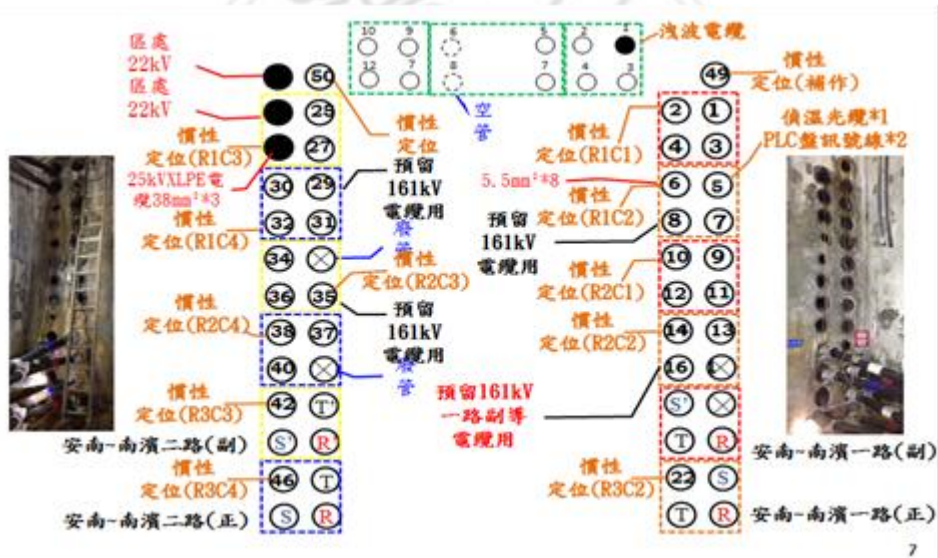


圖 4.12 人孔管線排列剖面圖

資料來源：本研究整理

四、慣性定位圖資

管線路徑慣性定位測量後清楚以尺規俯視圖標示探測相對各管線路徑，過河路段採潛鑽工法，各管線以不規則狀分佈，如圖 4.13 所示、另以剖面圖標示各管線埋深相對位置。如圖 4.14。

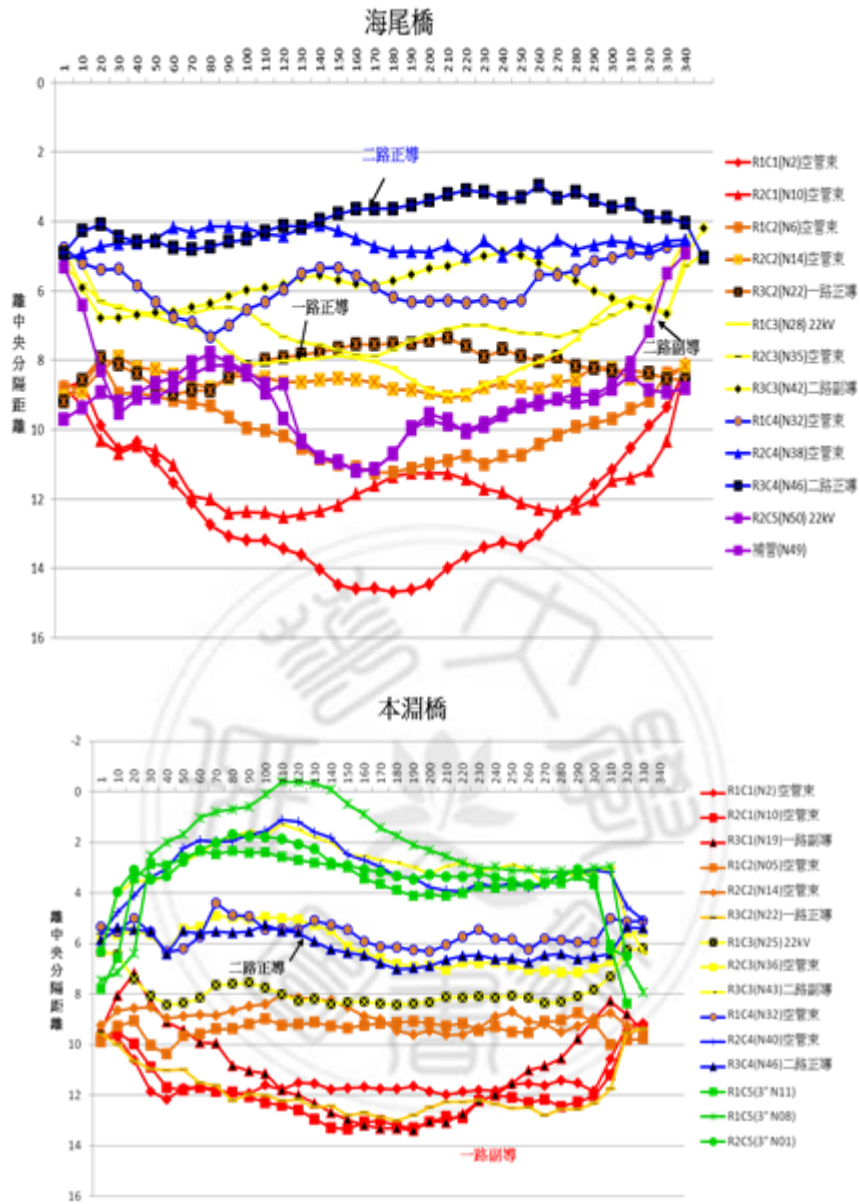


圖 4.13 河面段管線相對位置俯視圖

資料來源：本研究整理

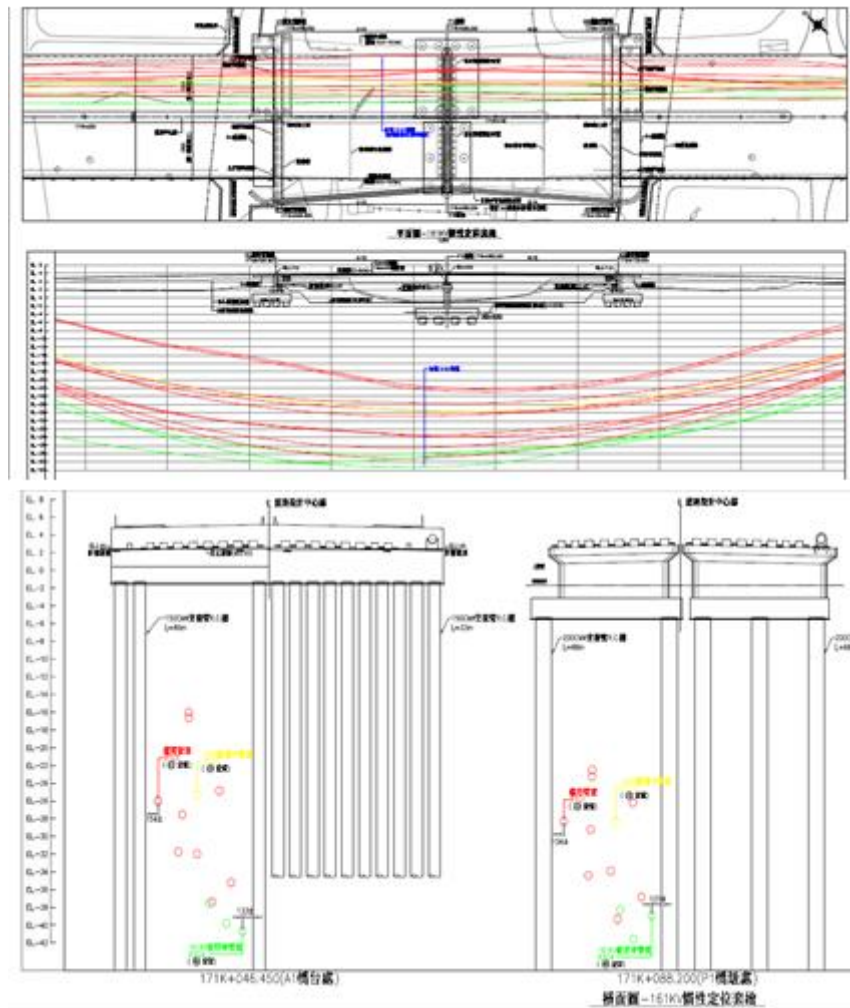


圖 4.14 管線埋深相對位置剖面圖

資料來源：本研究整理

五、效益評估

本案例在「台 17 線海尾橋改建工程」顧問公司設計階段前提供完整管線位置（慣性定位）資料，可將橋樑基樁避開既設管線，避免挖損送電中電纜，風險均降至最低，其效益不影響台南科技工業區之用電安全並可節省巨額公帑約新台幣 13,086,993 元，如表 4.4。

表 4.4 電纜修復費用估算表

項次	費用項目	單位	數量	單價(元)	金額(元)	備註	
修復線路設備所需工程費(A)	材料費	161kV 2000mm ² 交連PE電纜	公尺	420*3 =1260	6,885.00	8,675,100	
		同心接地電纜1C 100mm ²	公尺	30	959.30	28,779	
		161kV絕緣接續匣	組	6	485,180	2,911,080	
		鐵鋸配件材料費	式	1	12,680	12,680	
		電纜管型支柱	組	2	1,842	3,684	
		碳鋼擴張螺栓	支	24	20	480	
	小計(C)					11,631,803	
	旅費	國內旅費	式	1	11,602	11,602	
		小計(D)					11,602
	工程直接費用	電纜復舊積點工程	式	1	1,377,588	1,377,588	159813點*8.62點/元-1377588
		吊車費用	式	1	66,000	66,000	
		小計(E)					1,443,588
	合計(B)					13,086,993	

資料來源：本研究整理

4.4 創新電纜管線慣性定位系統比較與建議

4.4.1 現有管理系統與創新系統差異比較

提昇供電系統輸電設備管理效能、資料取得便利性、災害事故搶修時效及經營決策依據等因素，擬建置一整合性之輸電設備GIS管理系統，以改善現行制度執行面之不足及缺失。本節將針對本系統現行資料管理制度面及處理方式詳加探討及解析實際執行上所遭遇到之困難點，並規劃有效之解決方案，以改善資料維護及運用方式。依圖資管理系統使用前後狀況，以下列應用比較進行分析，如表4.5。

表 4.5 圖資管理系統使用前後比較差異表

項目	圖資系統現行制度	圖資系統創新建置後
圖資系統服務性	現行輸電設備管理系統管線資料庫僅有二維資料，無法完整提供現地放樣準確性，效率欠佳，會發生在施工時挖錯管線的情況。	管線資料庫的架設完備、資料建置齊全，故對於各管線管理、維修、佈置需求能提供更具效率與準確性的服務
迅速定位性	各管線單位施工之竣工圖多未依現場實際埋設變化據實繪製或因管路建設已久，路面已有所變化，造成後續施工無法定位，挖損管線，衍生影響民生用水、電等問題。	輸入經慣性定位取得之資料，透過全球定位系統取得所在地的經緯度座標，管線維修或佈設新管道時之時，能夠清晰的了解相關管線的資訊，並對影響之管線做進一步有效的預防挖損。
紀錄完整性	各區圖資管理設備系統不完備，因此能夠處理的圖文資料量不多且資料輸遞效率低、相關歷史資料保存不易等，相較於年代較久之圖文資料目前均存放於倉庫中；倘若挖損事故發生時，常常無法第一時間得知相關設備資料。	資訊系統可將龐大的圖資數化，籍以節省人力及時間，並且可統合管線圖與其它圖資，讓管線管理的工作得心應手的進行。圖資的維護更可透過 GIS 電腦數化方式達成，不再像傳統紙圖容易損毀、老舊或者模糊。
作業圖資資訊化	地下電纜設備已採用 Auto Cad 圖面繪製，並輔以查詢維護資料及提報輸電設備使用情形功能鍵；但目前，所有工作執行情形乃以單張圖紙與部份單機版 GIS 系統為主，並無建置完整之 GIS 圖形資料庫管理，因此，所有圖文資料無法利用網路溜覽之便捷性來達到訊息交流的目的。	希望藉由資訊化的工作，可以加強對圖資等文件之管理，使各項圖形、文字等文件，得以有效之管理及運用。

資料來源：本研究整理

4.4.2 電纜管線慣性定位系統實行應用問題

建置後無法充分發揮效益原因分析

外部原因分析：

- 1.部分管線單位為求時效未經申請核發挖掘道路許可證業者盲目開挖，或是現場施作人員為圖方便私自變更施作方式，均無法有效管控，容易引起挖損事件。
- 2.管線圖資無法橫向整合、相互調閱與更新，且難以判讀、多靠臆測，由於管線圖資多少涉及管線單位的隱私，若非主管機關要求調閱都盡量不會公開，因此不同管線圖資未能橫向整合，管線單位間更不易調閱彼此圖資，經過維修或繞道後的管線圖資也未必會即時更新。

內部原因分析：

- 1.未能主動積極與外部管線或工程及路權主管機關等防挖宣導平台互聯網路，因此外界單位無法透過網路了解充足的管線深度、位置之圖資，若能將資訊系統與網際網路結合，將能提供使用者更即時且便利之查詢管道，應可明顯降低地下電纜被挖損機率，確保整體供電網絡及公共安全。
- 2.電纜管線資料新設及變更者，管理部門無設專責之人員，隨時配合施工部門增加或更新資料，且建立審核流程及機制，以確保該系統資料庫之正確性與完整性。
- 3.建立資料初期，測量者沒有反覆探測，所以所測資料不是最精確之成果，致現場放樣時與實際管線位置有誤差。

4.4.3 電纜管線慣性定位系統未來資訊平台建議

現行台電地下電纜管路路徑調查資料已建置完善資訊，未來應可結合至台電公司現有的輸電設備維護管理系統，以網頁方式顯示於該系統平台，以GPS科技針對研究區域之人孔、管線進行定位調查，再將其與區域內所蒐集之基本自然環境、行政區域等資料，整合建立一套以GIS為主架構之資料庫。最後再結合已建立完成之人孔與管線資料庫系統，透過程式語言研發人性化之查詢介面，完成一套地下電纜地理資訊及維護管理資料庫查詢展示系統。最後歸納以下建議：

- 1.盡速將貫性定位人孔與管線資料轉換成政府要求之GML系統，提供各管線單位查詢、套繪。
- 2.管線資料除新設外，尚有因容量不足或抵觸需追加或變更者，管理單位應設專責之人員或單位，隨時配合施工單位增加或更新資料，以利各資訊系統之整合建立，及確保該系統資料庫之完整性與保密性。
- 3.管線資料庫系統之建置是一連續之過程而非結果，因此應長期性進行資料蒐集並將此資料有系統地構建，使之成為一完整資料庫，以方便資料之查詢與維護。
- 4.電纜管線資料庫系統功能模組應與電纜設計單位、維護單位及管路單位共同規畫，方能建置出符合法規及實際應用需求之系統。
- 5.由於資料之圖資是來自於Google Earth，並非即時更新之圖資，且提供之尺寸測量故無有所誤差，無法記錄短期所變化之狀況及精確度，須以慣性定位測量所取得的GPS定位輔助為準確。

第五章 結論

企業的持續成長則需靠企業的創新 (Innovation) 來跳脫既有框架，企業除了創新之外，更進一步追求企業發展，即追求企業永續發展的目標，爰此，各項統計數據分析均顯示，造成地下電纜事故之主要原因仍以管線旁工程施工挖損為首位，身為維護人員必須一方面掌握各種設備的狀態並且應以最適宜的時機及創新的方法執行設備維修，更新是有必要的。

藉由地理資訊系統對於圖資管理，具有高度的效率，並能清楚的表示地表狀態，有助於現場維護、辦公自動化系統之推動，以長期計畫而言期望朝下列之管理機制：

- 一、管線圖資整合管理，加速套繪時程，大量減輕圖資維護人力，讓同仁可聚焦在核心業務。
- 二、台電事業部改組迫在眉睫，未來供電系統的獲利能力將與維護面習習相關，冀望提出具智慧性、擴充性及整合性維護平台之想法，以期能提昇核心競爭力。
- 三、為達到資源共用共享之目的，降低開發資源不必要的浪費，各管線單位依據各單位自行業務開發之地理資訊系統 (GIS) 時，應依據「國土資訊系統：公共設施管線資料庫標準制度」中之各管線屬性資料為基礎。並依據資料檔案傳輸之規定，降低各單位資料傳遞交換時產生之困擾。
- 四、以長遠規劃而言，資料共享才是最終之目標，而網路通訊的發展亦提供一個資料流通更為迅速的工具，應考慮開發網路化之系統為目標，最後連結至網際網路，提供社會大眾相關地理資訊及行政資訊化服務。

現行圖資管理資料已建置完善，未來應可結合此相關資訊來建立地下電纜維護機制之相關系統，針對完整性檢測資料，無論管路或周遭自然環

境而言，對於未來可能發生之破壞，亦應採長期有效管控，以維護電纜之安全性。



參考文獻

一、中文部分

1. 大前研一（民94），創新者的思考，商周出版，台北。
2. 台灣電力公司防範挖損地下管線訓練教材（民100）。
3. 台灣電力公司輸電線路維護手冊地下電纜篇（民106）。
4. 任祐慶（民103），以Google Earth建立公路基本資料，國立中央大學土木工程學系碩士論文
5. 江映瑩（民104），網路資源Google Earth的教學應用，生活科技教育月刊，第8期，第38卷。
6. 李志堂（民98），專案管理可行性分析與進度管控探討—以台電公司屏農一次配電變電所為例，國立高雄應用科技大學工業工程與管理系碩士班碩士論文。
7. 周武坤（民91），GPS/GIS科技應用於高雄都會區地下管線工程管理資料庫系統之建立與應用，臺灣博碩士論文知識加值系統。
8. 范惟翔（民97），市場分析與研究，具凱數位服務有限公司，台北。
9. 席時濟（民89），七二九及九二一的省思及檢討—從電力系統穩定的重要性談起，台電月刊，第447期，第4~5頁。
10. 財團法人中技社（民102），公營事業經營發展—政策定位、經營管理、溝通協調。
11. 配電圖資應用於地理空間資料網路服務研究（民104）。
12. 張永（民95），輸電線路管理GPS/GIS系統的建設方向，安徽電力，第1期，第23卷。
13. 許文西、許源派（民101），企業創新與發展新模式，中華管理評論國際學報，第1期，第15卷。

14. 許耀昇、時台華（民101），國營事業組織創新與績效之研究，商業現代化學刊，第6期，第4卷，第229-246頁。
15. 曾馨瑩（民101），隱喻和尋路策略傾向對空間知識建構的影響—以Google Earth街景服務為例，國立交通大學傳播研究所碩士論文。
16. 黃博譽（民95），縣市政府應用Web-GIS於路面管理系統建置之研究，中央大學土木工程研究所碩士論文。
17. 劉博麒（民92），從電信產業的自由化與國際化來探討中華電信的競爭策略，義守大學資訊管理研究所碩士論文。
18. 潘淑滿著（民89），社會個案工作，臺北市：心理。
19. 蔡啟通（民86），組織因素、組織成員整體創造性與組織創新之關係，國立台灣大學商學研究所博士論文。
20. 賴盛華（民85），台電輸電系統可靠度評估，台電工程月刊，第569期，第30~53頁。

二、英文部分

1. Wolfe, R. A. (1994), Organizational Innovation: Review, Critique and Suggested Research Directions, Journal of Management Studies, Vol.31, No.3, pp.405-430.
2. Daft, R. L. (1982) , A Dual-Core Model of Organizational Innovation, Academy of Management Journal, Vol.21, No.2, pp.193-210.

