

# 南華大學管理研究所碩士論文

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION

GRADUATE INSTITUTE IN MANAGEMENT

NAN HUA UNIVERSITY

灰色理論應用於台電公司人力需求預測

THE APPLICATION OF GREY THEORY TO MANPOWER DEMANDS

PREDICATION OF TAIPOWER

指導教授：應立志 教授

ADVISOR : PH.D. YING LI-CHIH

研究生：潘美秋

GRADUATE STUDENT : PAN MEI-CHIU

中華民國九十二年六月

# 南 華 大 學

## 碩 士 學 位 論 文

管理研究所

灰色理論應用於台電公司人力需求預測

研究生：潘美秋

經考試合格特此證明

口試委員：于健

應志忠

韓文仁

鍾燕宜

指導教授：應志忠

所 長：陳春聲

口試日期：中華民國九十二年六月十日

## 誌謝

人生有夢，築夢最美，踏出校園多年，因為進入南華大學使我有圓夢的機會，心中的夢想不再是亭台樓閣，玉不琢不成器，若無暗礁，那能激起美麗之浪花，二年來原先閉塞之思路由於應院長鉅細靡遺的細心教導以及獨具慧眼對於問題之切中要點，使得我能因此由困惑而轉為點燃創造力的火花，同時在研究的領域中啟發思維並挖掘無數的智慧寶藏。啟蒙階段幸逢應院長之諄諄教導以及鍾燕宜教授之啟迪，使得論文理論之立基、架構之建立及章節之安排皆能更加嚴謹。另經由口試委員之寶貴意見亦增加論文內容之深度及廣度，使本文能順利完成。在此感謝所有師長與一起切磋之同窗以及台電公司熱心同仁提供寶貴之參考資料，最後也感謝支持我的家人。

潘美秋謹誌

中華民國九十二年六月于南華大學管理研究所

## 南華大學管理研究所九十一學年度第二學期碩士論文摘要

論文題目：灰色理論應用於台電公司人力需求預測

研究生：潘美秋

指導教授：應立志教授

論文摘要內容：

本文以人力規劃的觀點切入，探討台電公司在面臨組織變革之際，如何維持其競爭優勢，致勝關鍵乃是人力資源之靈活運用與配置，而首要之務為準確的預測最適人力。

本研究經分析組織內外環境情況及人力結構之分佈狀況後，建構出該公司之最適人力需求預測模式，並經篩選後萃取用戶數、裝置容量、發電度數、售電度數、輸電線路迴長、配電線路迴長為預測因子。運用灰色理論發展之灰色預測模式預測人力需求量，採用生產力觀點分析預測其人力需求數量，預測台電公司民國 91 年至 102 年人力需求數量，再經由灰關聯分析找出影響人力需求預測因子之權重大小，以作為該公司民營化時執行人事政策及人力規劃之參考。

研究結果經檢驗各實際值與預測值之殘差值均極小，顯示預測之準確性極高，因此台電公司適合以灰色理論來預測其人力需求數量。

關鍵詞：台電公司，灰色理論，人力需求預測

Title of Thesis : The Application of Grey Theory to Manpower Demands  
Prediction of Taipower

Name of Institute : Graduate Institute in Management, Nan Hua University

Graduate date : June 2003

Degree Conferred : M.B.A.

Name of student : Pan Mei-Chiu

Advisor : Ph.D. Ying Li-Chih

## Abstract

This paper is from the manpower planning point of view to study how to keep the competition superiority on Taipower when it is facing the change of organization. The key point is to utilize and allocate the human resource into a full active play, and the most important thing is to predict the optimal manpower accurately.

After analyzing the organization internal and external environment situation and the distribution status of manpower structure, we established the optimal manpower prediction model of Taipower. By selecting carefully, we picked out the number of customers, installed capacity, energy generation, energy sales, circuit length of transmission lines, circuit length of distribution lines as the prediction factors. Utilizing the prediction system Grey model developed from the Grey Theory, we chose the productivity element to analyze and predict the manpower demand quantity. As the manpower demand quantity of Taipower from year 2002 to 2013 were predicted, we could find the weight of prediction factors that affected the manpower demand element via the Grey Relation analysis model and it might become the important references to Taipower when initiating the manpower policy and manpower scheming during privatization.

By examining the result of this research, the residual value differences between the real values and prediction values are very small that shows the prediction accuracy is very high. Therefore, it is very adequate for Taipower to apply the Grey Theory to predict the manpower demand quantity.

Keywords : Taipower , Grey Theory , Manpower Demands Prediction

# 目 錄

目錄	-----	i
表目錄	-----	iii
圖目錄	-----	v
第一章	緒論	-----1
1.1	研究背景	-----1
1.1.1	人力規劃的內涵與重要性	-----1
1.1.2	台電公司現行人力資源概況	-----2
1.2	研究動機	-----4
1.3	研究目的	-----7
1.4	研究流程	-----8
1.5	名詞界定	-----9
第二章	文獻探討	-----10
2.1	人力規劃與組織變革	-----10
2.1.1	人力規劃之意義	-----10
2.1.2	人力規劃之目的	-----12
2.1.3	組織變革與人力規劃之關係	-----14
2.2	人力規劃相關研究文獻	-----15
2.3	人力規劃模式	-----18
2.3.1	Mathis & Jackson 之人力規劃模式	-----18
2.3.2	Wright & McMahan 之人力規劃模式	-----20
2.3.3	Vetler 之人力規劃模式	-----22
2.4	人力需求預測模型	-----24
2.4.1	預測的定義	-----24
2.4.2	傳統人力需求預測方法	-----25
2.4.3	近代人力需求預測方法	-----32
第三章	研究設計	-----41
3.1	研究架構	-----42
3.2	研究變數	-----44
3.2.1	操作性定義	-----46
3.3	資料蒐集與準備	-----48

3.4	研究分析方法	49
3.4.1	灰色系統理論模型	50
3.4.2	生產力指標分析	55
3.4.3	人力供需平衡分析	56
3.5	研究限制與範圍	57
第四章	結果與分析	58
4.1	組織環境現況分析	58
4.2	人力結構比例分析	60
4.3	人力供給分析	66
4.4	生產力分析	70
4.4.1	以裝置容量為基礎之生產力分析	70
4.4.2	以發電量為基礎之生產力分析	73
4.4.3	以售電量為基礎之生產力分析	75
4.4.4	以用戶數為基礎之生產力分析	78
4.4.5	以輸電線路迴長為基礎之生產力分析	81
4.4.6	以配電線路迴長為基礎之生產力分析	84
4.5	人力需求分析	87
4.5.1	以裝置容量為基礎之人力需求分析	87
4.5.2	以發電量為基礎之人力需求分析	90
4.5.3	以售電量為基礎之人力需求分析	93
4.5.4	以用戶數為基礎之人力需求分析	96
4.5.5	以輸電線路迴長為基礎之人力需求分析	99
4.5.6	以配電線路迴長為基礎之人力需求分析	102
4.6	人力供需比較分析	105
4.6.1	台電公司人力供需比較分析	105
4.6.2	國際電業人力評估(效率)比較分析	109
4.7	人力灰色關聯分析	110
第五章	結論與建議	113
5.1	與其他性質相同文獻之比較	113
5.2	研究結論	114
5.3	研究建議	116
5.4	未來努力方向	117
參考文獻		118

## 表目錄

表 1.1 台電 81-90 年度相關重要經營指標比較-----	5
表 1.2 國際電業主要公司人事費用佔營業費用比例之比較-----	6
表 2.1 人力規劃定義整理表(國內學者)-----	11
表 2.2 人力規劃定義整理表(國外學者)-----	12
表 2.3 國內人力規劃相關研究文獻彙整表-----	16
表 2.3 國內人力規劃相關研究文獻彙整表(續)-----	17
表 2.4 人力需求預測模型比較表-----	31
表 2.4 人力需求預測模型比較表(續)-----	32
表 2.5 灰色預測與各種系統數量預測方法之使用條件-----	39
表 3.1 民國 86 至 90 年業務量統計表-----	48
表 3.2 民國 86 至 90 年生產力統計表-----	49
表 4.1 台電公司之年齡結構分析表(一)-----	61
表 4.2 台電公司之年齡結構分析表(二)-----	61
表 4.3 台電公司之年資結構分析表(一)-----	62
表 4.4 台電公司之年資結構分析表(二)-----	63
表 4.5 台電公司教育程度結構分析-----	64
表 4.6 90 年 12 月分類職等分佈一覽表-----	65
表 4.7 90 年 12 月評價職等分佈一覽表-----	65
表 4.8 民國 86 至 90 年員工人數之預測值、實際值及殘差-----	69
表 4.9 民國 91 至 102 年員工人力供給量之預測-----	70
表 4.10 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以裝置容量為基礎)-----	73
表 4.11 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以裝置容量為基礎)-----	72
表 4.12 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以發電量為基礎)-----	74
表 4.13 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以發電量為基礎)-----	75
表 4.14 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以售電量為基礎)-----	77
表 4.15 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以售電量為基礎)-----	78
表 4.16 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以用戶數為基礎)-----	80
表 4.17 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以用戶數為基礎)-----	81
表 4.18 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以輸電線路為基礎)-----	83
表 4.19 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以輸電線路迴長為基礎)-----	83
表 4.20 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以配電線路為基礎)-----	85
表 4.21 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以配電線路迴長為基礎)-----	86
表 4.22 民國 86 至 90 年裝置容量之預測值、實際值及殘差-----	90

表 4.23 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以裝置容量為基礎)	89
表 4.24 民國 86 至 90 年發電量之預測值、實際值及殘差	92
表 4.25 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以發電量為基礎)	92
表 4.26 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以售電量為基礎)	95
表 4.27 民國 91 至 96 年售電量之預測值、實際值及殘差	96
表 4.28 民國 91 至 96 年員工人力需求量之預測值(以用戶數為基礎)	98
表 4.29 民國 86 至 90 年用戶數之預測值、實際值及殘差	99
表 4.30 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以輸電線路迴長)	101
表 4.31 民國 86 至 90 年輸電線路迴長之預測值、實際值及殘差	102
表 4.32 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以配電線路迴長為基礎)	105
表 4.33 民國 86 至 90 年配電線路迴長之預測值、實際值及殘差	105
表 4.34 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽表	106
表 4.35 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽表	106
表 4.36 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽表	107
表 4.37 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽表	107
表 4.38 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽表	108
表 4.39 民國 91 至 96 年人力供需比較一覽	108
表 4.40 中、韓、日員工生產力分析表	109
表 4.41 原始 GM(1,N)執行後之關聯分析表	112
表 5.1 與譚伯群等人所撰「台電公司民營化之人力資源規劃與預測」比較表	113
表 5.2 台電公司員工人力需求量彙總表	115

## 圖目錄

圖 1.1 國際主要電業人事費用佔營業費用比例比較圖	6
圖 1.2 研究流程	8
圖 2.1 Mathis & Jackson 之人力規劃模式	20
圖 2.2 Wright & McMahan 之人力規劃模式	21
圖 3.1 人力需求預測模式	44
圖 4.1 灰色人力預測系統流程圖	67
圖 4.2 86年~90年人力供給量之灰色模式預測	69
圖 4.3 86年~90年裝置容量生產力之灰色模式預測	72
圖 4.4 86年~90年發電量生產力之灰色模式預測	75
圖 4.5 86年~90年售電量生產力之灰色模式預測	77
圖 4.6 86年~90年用戶數生產力之灰色模式預測	80
圖 4.7 86~90年輸電線路迴長生產力之灰色模式預測	83
圖 4.8 86~90年配電線路迴長生產力之灰色模式預測	86
圖 4.9 86~90年裝置容量值灰色模式之預測	89
圖 4.10 86~90年發電量值灰色模式之預測	93
圖 4.11 86~90年售電量值灰色模式之預測	96
圖 4.12 86~90年用戶數值灰色模式之預測	99
圖 4.13 86~90年輸電線路迴長值灰色模式之預測	102
圖 4.14 86~90年輸電線路迴長值灰色模式之預測	104

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

### 1.1.1 人力規劃的內涵與重要性

規劃乃管理的最基本功能，其本身代表一種持續不斷的程序，經由此程序，針對未來某種行動或目標，予以分析、評估及選擇。俗語說：「未雨綢繆」或「謀定而後動」，都含有規劃之意，且表示其重要性(許士軍，民 77)。

預測顧名思義是對未來或即將發生之現象的一種敘述，例如敘述某公司在未來一年可能有的總銷售量，或敘述某國的國民所得將有多少，這些對未來現象的敘述，即稱為預測。預測既然是對某現象或事務未來可能演變進展的情形，事先予以推測預估，如果期望預測結果信賴程度高，必須真確地瞭解預測理論，並謹慎地蒐集預測所需的資料，再以科學的方法加以整理與分析，才能獲得合理的預測結果(顏月珠，民 74)。

人力規劃的內涵，應該包括兩大部份，第一部份為人力需求預測，第二部份為行動策略的規劃(李振成，民 91)。所以，人力需求預測只是人力規劃活動的開端，後續活動的配合(人力發展、員工訓練、工作輪調等)應該一致，才能真正達到人力供需平衡、適質適量、適才適所之最終目的。然而，人力資源管理的出發點又必須是從人力規劃開始，如此才能避免不必要的人力浪費，求得人力之充沛與組織之健全，同時使人力資源獲致充分的利用(黃英忠，民 86)。過去一般企業於發展、成長過程中，常發生人才斷層、人力短缺、人力堵塞、人才外流及呆人充斥等現象，這種人力「量」的失衡，或人力「質」的脫節，均顯

示前瞻性人力預測與規劃不良、或後續性配套失當所致，因此，藉著持續性人力檢查實為刻不容緩(吳秉恩，民 91)。

目前國內不少企業正面臨轉型調整期，經濟成長與產業發展影響人力需求及社會價值觀傾向功利，影響人力供應品質等，致使人力問題更為凸顯，若企業過去未正視人力規劃之現實性及人力發展之必然性，後遺症便容易產生，其根本關鍵乃在於人力供需質量失衡所引發之連鎖反應。故企業為求發展與生存，必須配合未來發展之需要，運用定量、定性分析，藉以「適時適地」、「適質適量」、「適職適格」及「適才適所」地配置人力促進組織目標達成。由以上分析，顯見企業為達永續經營，人力規劃是極為重要的(吳秉恩，民 91)。

台電公司(Taipower)自民國 35 年成立迄今，穩健經營半個世紀，在全體員工胼手胝足下，對台灣地區提供質優、價廉、可靠的電力，成就台灣傲人的經濟奇蹟，對台灣經濟發展貢獻良多，經營績效已獲肯定。然而，近年來，電力事業在自由化、民營化潮流的衝擊下，電業法規正在大幅的修正，而電業市場逐漸開放，台電公司所面臨的競爭壓力日益增強。尤其在加入世界貿易組織(World Trade Organization)之後，台灣的能源市場將朝向國際化發展。面對激烈變動的經營環境，更亟需未雨綢繆，在觀念上要有迎接挑戰的準備，在實務上更要落實各種興革措施，以期躋身於競爭的電業市場中，成為電力事業的領導者，並成為具有潛力、魅力及競爭力的卓越企業集團，其中在人力規劃或組織結構策略上，是首要興革目標。

### 1.1.2 台電公司現行人力資源概況

經分析現階段影響台電公司變革的因素，可分為外在因素及內在

因素予以說明：

- 1.外在因素：受世界潮流趨勢朝向變化頻繁的方向發展，過去追求穩定的日子已不符合時宜；台灣地區自 91 年 1 月 1 日加入世界貿易組織後，國內經濟環境將日益開放；受政府施行自由化、國際化、民營化的經濟政策，電力獨佔事業即將修法開放。
- 2.內在因素：受科技之快速革新，推行自動化與電腦化勢在必行；受政府能源政策之改變，經營目標可能將受影響；冀求企業永續經營，積極尋求轉變經營型態(經營多角化)；用人費率過高，難以提昇競爭力。

台電公司過去所追求的人力目標，除秉持企業化經營理念，注重用人成本效益，根據長期業務計畫之實際需要外，還須配合政府核定預算員額及整體經濟政策的推動。不過，體制上預算員額即在規範事業單位必須在核定之預算員額內用人，而職位數係依據職位分類而得，所謂職位分類乃是將職位的職務與責任，根據分類的標準，來分析區別各職位之異同的方法，換言之，職位數即是用人的標準，所以，長久以來在人力資源管理實務中對於「預算員額數」、「現有人力數」、「職位分類制下之職位數」之認知上常處於一種各說各話的混沌局面當中。由於台電公司為一國營事業，其用人必需有法源標準。因此，當預算員額數訂定後，事業單位之職位數即不應超過預算員額數。真正的合理人力應是職位數，而職位數則可由人力需求預測模式而得。

雖然台電公司在職位分類制度下訂有工作標準，它包括工作量分級標準、職位設置標準、職位工作標準、職位資格標準等，但職位設置之實施績效尚有缺失，如職位設置雖有客觀之標準，但易遭人為因素(如過於仔細的分析，致失去職位為一作業整體的觀念；過於參照表

面的特徵分析職位，表面特徵可能表現出或可能表現不出其所含的職務與責任的困難程度等等)干擾扭曲；錯將預算員額視為合理員額或職位數；人力結構及人力運用產生質變(包括人力老化、人員離退造成高職等擁塞而低職等人力不足、評價與分類人力失衡等)等問題。因此，台電公司自實施職位分類制度以來，常遭旁人詬病，認為其已不符合實際需要。

## 1.2 研究動機

近年國內經濟結構及產業經營型態隨國內外政治、經濟環境之鉅變而急遽調整，企業的經營環境已產生巨大的變化，國際化、自由化、民營化、競爭力已成為當前最熱門的話題。為因應全球國際化與自由化的風潮，政府為提昇各產業的整體競爭力，電業自由化已成為現階段電力發展政策的重心。

隨著電力市場的日愈開放，以及政府大力推動公營事業民營化，台電公司正面臨自由化與民營化的衝擊，不但外在經營的競爭壓力增強，內部結構也不斷的進行調整，而民營化儼然已成為組織變革中之關鍵角色。面對此一情勢，人力資源的靈活運用是台電公司面對未來的挑戰，現有人力資源已愈難以適應未來內外環境的變化。

為因應未來自由化、民營化的挑戰，人力資源若無法充分靈活運用，對公司企業競爭力的增強及多角化經營之進行將造成很大的阻力。台電公司的人力結構原本建立於一個穩定而無競爭的環境下，其所追求的目標在於配合政府整體經濟政策的推動，因而傾向於配合「生產導向」的組織配置人力，所有幕僚單位與直線單位皆為滿足政府的政策。然而，在面臨即將來臨的自由化與民營化之衝擊，台電公司所

處的環境已不再如以往般地穩定且毫無競爭，國營時代的獨佔地位已不復存在，公司更有必要進行人力結構的調整以因應環境的變遷。故不管台電公司現階段的用人政策或未來人力需求的轉變及因應措施是如何的進行？訂定配合「利潤導向」的組織配置人力勢屬必要，建立一套人力需求預測模式，更是迫切需要的。

近年來國內外經濟景氣持續低迷，員工待遇卻不因景氣低迷而調降，反是隨軍、公、教人員調整待遇而調整，以致用人費用自民國 81 年度的 301 億元遞增至民國 90 年度的 425 億元。雖然用人費率由民國 81 年度之 16.46% 微幅降為民國 90 年度之 13.73%；稅前盈餘則由民國 81 年度之 337 億萎縮至民國 90 年度之 230 億，如表 1.1 所示。又如以人事費用佔營業費用比例而言，台電公司自 1996 年以後有逐年遞減現象，即由 1996 年 18.5% 降至 2001 年 13.4%，然就與國際電業主要公司相比較之下，仍顯示過高，如表 1.2 及圖 1.1 所示。

表 1.1 台電 81-90 年度相關重要經營指標比較如下：

項目	單位	81 年度	82 年度	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87 年度	88 年度	89 年度	90 年度
營業收入總額	億元\年	1,832	1,977	2,147	2,263	2,388	2,545	2,683	2,837	3,062	3,100
稅前盈餘	億元\年	337	306	432	457	441	472	419	427	282	230
用人費用	億元\年	301	334	350	414	410	410	423	475	457	425
用人費率		16.46%	16.92%	16.32%	18.31%	17.17%	16.13%	15.79%	16.76%	14.95%	13.73%
平均每 人用人費	仟元\年	955	1,050	1,110	1,346	1,360	1,367	1,437	1,651	1,643	1,541
裝置容量	億仟瓦	192.4	193.5	209.8	218.9	237.6	257.3	266.7	284.8	296.3	301.3
發電度數	億度	938.8	1017.8	1102.7	1178.5	1249.7	1322.4	1429.6	1457.6	1565.1	1580.5
售電度數	億度	8,529	9,208	9,856	10,536	11,113	11,829	12,812	13,172	14,241	14,359
用戶數	佰萬戶	769	806	856	907	948	982	1,010	1,036	1,058	1,074

資料來源：台電公司人事統計要覽(民 90)。

表 1.2 國際電業主要公司人事費用佔營業費用比例之比較 單位：%

公司別	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年
Enel (義大利)					14.1	16.6
Chubu (日本中部)	10.9	10.9	12.8	12.7	12.9	11.7
Kansai (日本關西)	12.1	12.5	12.5	13.8	13.4	11.8
Tepco (日本東京)	10.0	9.9	9.7	11.1	9.6	10.4
TPC (台電公司)	18.5	17.4	16.5	16.7	14.1	13.4

資料來源：台電公司企劃處整理資料。

註：1. 日本 Tepco、Chubu 及 Kansai 電力公司許多工作均已外包關係，因此員工人數精簡，造成人事費用佔比較低。

2. Enel 及台電公司目前仍然國營電力公司。

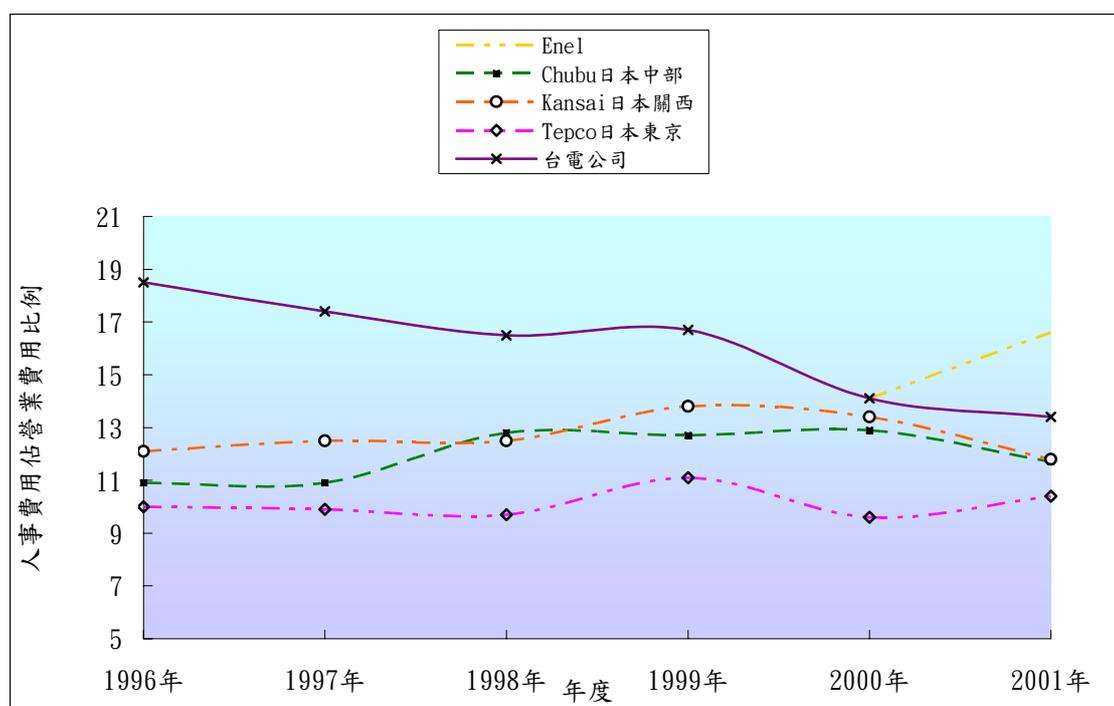


圖 1.1 國際主要電業人事費用佔營業費用比例比較圖

由表 1.1 可知，台電公司即將邁入一個嶄新而激烈的競爭環境下，在用人成本偏高的情形下，用人費用已逐漸侵蝕公司的獲利能力，台電公司面臨民營化及自由化壓力，為提高生產力及競爭力，需合理降低用人成本，因此，合理人力評估至為重要。

由圖 1.1 可知，台電公司人事費用比起其他國際電業公司業務經營型態與台電公司相似之國家之人事用費比例仍為高，不可諱言，台電公司也難逃「帕金森定律」(Parkinson's Law)中所謂「員額惡性膨脹」的通病，組織內的管理者一方面將自己部門應負責的工作往外推，不斷製造工作給其他部門；另一方面又極力擴張自己管轄部門人力，以擴展自己的組織影響力及個人在企業中的權力地位。簡言之，即是用人多多益善的觀念。

基上因素，台電公司在組織變革之際，欲躋身於電業市場中，仍應及早規畫該公司之用人標準。有關用人標準的預測推估方法，許多學者提出諸多方法，諸如雇主意見法、飽和比率法、過程分析法、時間數列分析法、機率性之模型、指派模型及迴歸模型等，這些方法係運用傳統統計推論進行推估；近代由於電腦快速發展，發展出諸如灰色理論、模糊理論及類神經網路系統等，運用電腦進行預測的方法。台電公司在面臨組織變革之際，過去與現在的經營環境與經營方式大不相同，過去影響人力預測的數據資料，並不符合現在的經營現況需求。換言之，根據各種人力預測方法之優缺點及使用條件，以及本研究所採用數據特性，決定採用灰色理論。灰色理論之運用，不需要大量數據、不須太多的關聯因子，且精準度高、短中長期預測皆可使用，所以本文將捨其他方法改使用灰色理論進行人力需求預測。

### 1.3 研究目的

面對來臨之二十一世紀，所有產業與企業莫不關注劇烈之競爭環境，對於擁有獨佔優勢之台電公司，也正面臨了因政經環境改變所產生之組織變革與人力結構因素的挑戰，而其中人力資源之成本上昇及

用人效益之改善，更是其中重要課題，本研究之進行目的，究其研究背景與動機的敘述，期望透過文獻整理與蒐集資料的方式，並配合灰色系統理論之人力需求預測模式分析，以達成下列研究目的：

- 1.經由人力規劃理論與文獻探討，及對台電公司事業特性之深入了解，建構出台電公司之人力需求預測模式。
- 2.藉由探討過去，以推計將來，亦即蒐集並分析過去短時間有關業務量統計資料，作為預測觀察值，運用灰色理論人力預測模型進行分析。應用灰色理論在預測方面的功能，實際從事台電公司人力需求預測（Manpower Demands Prediction）之實證研究。

#### 1.4 研究流程

本研究係依據研究背景與動機，確立研究主題與範圍，並且搜集國內外相關文獻，以建立本研究之研究架構，繼之以研究構面設計模式與系統程式，並進行變數項目的選擇與測試，之後再就投入與產出資料結果進行分析，最後求得本研究之結論。本研究之流程如圖 1.2 所示：

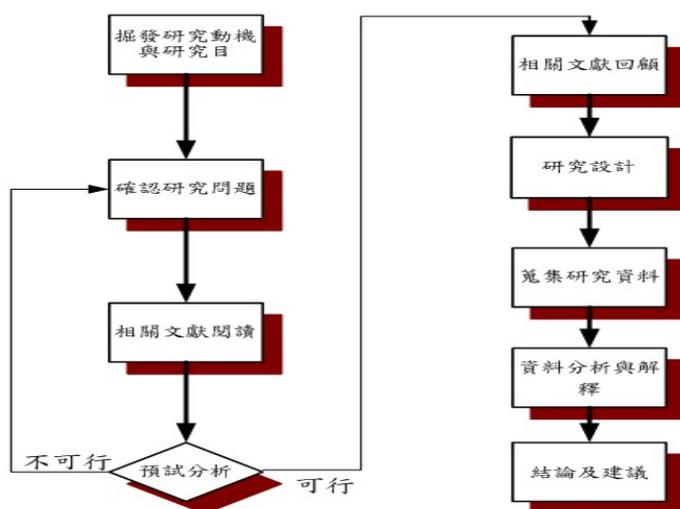


圖 1.2 研究流程

## 1.5 名詞界定

- 1.工作標準：根據同一類型或辦理同樣業務的部門，在一定期間內採用共同的工作程序和工作方法，所產生的動態業務量，研究彈性的人力配置、合理的工作組合、正確的工作評價和派任職位資格條件的一種科學管理工具。
- 2.工作量分級標準：就代表某一部門或某類業務主體工作之因素於一定期間內所獲實際業務量，以標準工作量計算其業務負荷程序。
- 3.職位設置標準：依據工作量分級，決定不同工作量分級單位最高可設職位數和各職位的職等。
- 4.分類職位(職等)：是指專業性、科學性、研究性的管理與技術職位(職等)。
- 5.評價職位(職等)：是指技藝、半技藝與勞務性的職位(職等)。
- 6.用人費：表示電業之工資支出總額，深受員工人數多寡和各國GNP (Gross National Product,簡稱GNP)物價水準之影響。
- 7.用人費率：即用人費占營業收入比率，維持創造百元的營業收入所必要支付之用人費。該指標以愈小愈能反映企業用人成本節省(即用人費／營業收入)。

## 第二章 文獻探討

本章將就人力規劃與組織變革介紹、人力規劃模式與人力需求預測模型之研究，並進行人力規劃相關研究文獻探討，以建構本研究的理論基礎。

### 2.1 人力規劃與組織變革

本節主要探討人力規劃之意義與目的，組織變革與人力規劃關係。

#### 2.1.1 人力資源規劃之意義

所謂人力規劃(Manpower Planning)又稱人力資源規劃(Human Resource Planning)，即為確保組織未來發展和因應環境要求，以決定人力需求，及滿足此項人力需求的程序，人力規劃是以組織整體、前瞻和量化的角色分析和訂定企業人力資源管理作業一些具體指標(趙必孝, 民 90)。人力規劃必須由「策略觀點」觀之，無法自絕於經營環境之外，亦不可脫離組織目標，否則人力斷層、冗員充斥或人力堵塞之現象，即會發生，同時亦應以「分享觀點」，各部門與人力單位相互合作參與。亦即人力規劃及員額編制必須配合環境變遷及發展目標，重視外部一致性；並促使各部門目標協調，力求內部一致性(吳秉恩，民 91)。Lorgange & Murphy(1994)研究證明人力規劃與策略規劃能配合一致，各單位協力互助，企業人力管理成功機會較大。對於人力規劃的定義，許多學者分別提出他的看法，茲分述如下表 2.1 及表 2.2：

表 2.1 人力規劃定義整理表(國內學者)

學者	年	定義
阮榮國	民 76 年	乃是指組織針對其未來發展，檢視內、外在環境變遷情形之後，並分析人力結構，衡酌影響人力供需的內、外在變動因素，以擬訂人力增補計畫。
許濱松	民 79 年	人力規劃是人力發展的首要工作，其重點在決定人力供需，係針對各事業之業務發展趨勢及所應達成之任務，參酌國內外科學發展技術革新，以及可能之組織變更、人力之新陳代謝與國內人力市場之供應等因素，決定人力需求進而確定人力獲得及人力培訓等措施的過程。
范蕙美	民 81 年	以決定組織未來人力目標，然後根據此人力目標，從事人力需求的預測，並且研擬一套可以滿足這些需求的行動計畫，以便能同時達成組織與員工個人目標的一種持續性過程。
吳靄書	民 81 年	長期人力計畫工作乃是針對一個機構的業務發展趨勢，參酌國內外科學發展與技藝革新因素，來估算其所需人力，同時，在估算人力時，尚需考慮組織變革，人力新陳代謝及國內人力市場供應等狀況，來決定其人力供需，進而決定其人力方案及人力發展措施。
黃英忠	民 86 年	即為確保組織未來發展和因應環境要求，以決定人力需求，及滿足此項人力需求的程序。
葉至誠	民 86 年	人力規劃是在預測未來若干年內，隨經濟結構演變中各種行業職業對人力的需求，擬定教育、訓練、就業、勞工保護等適當的政策和方案，以獲致人力供需的計畫。
林欽榮	民 87 年	乃針對組織目前及未來事業發展的需要，運用科學的統計分析，求出人力與工作負荷量的關係數值，期能適時、適地、適質、適量的提供與調節所需人力，並進而採取有效方法，提高員工素質，激發其潛能，使所有工作人員，都能朝組織目標而努力，以達組織目標的一種過程。
李長貴	民 89 年	人力資源的規劃，是企業組織要生存、要發展之人力活動的架構和運作的設計規範。
李正剛等	民 90 年	係指組織致力於人力資源供需之預測，使組織不致於出現人力資源短缺或過剩的現象而言。

資料來源：本研究整理

表 2.2 人力規劃定義整理表(國外學者)

學者	年	定義
R. Wayne Mondy	1963	認為它是有系統地檢視人力資源需要，以確保於必要時能夠提供適當數量與各種人力的過程。
Thomas H. Patten, Jr	1971	係對現在或未來各時、點企業之各種人力與工作量的關係，予以分析、評估及預測，期能提供與調節所需之人力，並進而配合業務之發展，編製人力長期規劃，以提高員工素質，發揮組織的功能。
L. A. Berger	1976	認為人力規劃之主要內容包括短程、長程計畫；短程計畫是依據組織目前測定人力需求，並進一步估計目前管理資源的能力及需求，從而訂定計畫以彌補能力與需求間的差距；至於長程計畫，則係以未來的組織需求為起點並參考短期計畫的需求，以測定未來的人力需求。
E. H. Schein	1977	在整體人力規劃過程中，員工個人需求是一件很重要的觀念，所以員工個人的發展也是決定人力規劃重要的要素。
E. W. Vetler	1978	將具備應有的技能及高昂士氣之適當人力，在適當的時間及正確的地點，投入工作，以達成公司的工作目標，並能為組織及個人創造最大及長遠利益。
J. C. Russ	1982	指在特定期間內，為使人力供給與需求能夠相互配合之過程。
Paul D. Staudohar	1982	所謂人力規劃乃是確保一個組織能夠適時適地獲得適量適用人員的程序，經由此程序可使人力獲致最經濟有效之運用。
D.S. Mill	1985	認為組織必須預先做好一項長期計畫，按照此計畫建立整體組織架構和組織目標，進而預估人力需求；人力預估完成後組織就得決定要僱用新人或進用現有人力。
N. O. Jeffrey	1987	指為達成既定目標而對人力資源進行調整與運用之策略過程。

資料來源：本研究整理

### 2.1.2 人力規劃之目的

其實除了組織內部的因素外，外在勞力市場也對人力規劃具有重大意義，因為每家企業除了自行發展技術外，都要依靠外在人力資源的「質」與「量」(French, 1970)。所以社會上的教育和訓練、科技的革新、經濟狀況、政府政策、勞資關係趨向、人口及勞動力組成、以

及社會態度等，都會對人力規劃產生直接間接的影響(吳靄書，民 81)。組織為什麼要進行人力規劃？人力規劃的目的何在？茲綜合各學者提出論述如下(李正剛等，民 90)：

#### 1. 規劃人力資源之發展

人力資源之發展涵蓋人力資源之預測、人力資源之發掘、人力資源之遴選、人力資源之培育、人力資源之運用與人力資源之訓練等。人力規劃係指致力於人力供需之預測，使組織不致於出現人力資源短缺或過剩。職是之故，人力規劃可促進人力資源之發展。

#### 2. 合理配置人力資源

人力規劃可以發現組織內哪一部門人力資源短缺、哪一部門人力資源過剩，從而進行合理性的人力資源配置。尤有甚者，人力規劃亦可發掘哪一部門員工工作負荷不足、哪一部門員工工作負荷過重，從而進行合理的調配。

#### 3. 適應業務需要

為適應外部環境變遷，組織在業務上必須不斷地充實、調適與發展。在這種情況下，組織就必須在適應業務需要的情況下，進行人力規劃。換句話說，人力規劃必須適應各種業務的需要，一方面為組織發掘、遴選適當的人力資源，一方面維持員工工作的穩定，增進員工工作效率，並使員工獲得應有的保障。

#### 4. 降低組織用人成本

人力規劃之良窳影響用人成本甚鉅，因此降低組織用人成本遂成為人力規劃之重要目的之一。職視之故，人力規劃宜對組織現有人力資料狀況進行分析與檢討，進而提高人力資源使用效率，以降低組織用人成本。

#### 5. 滿足組織內員工之需求

人力規劃非但要為組織提高用人效率，而且也要能夠滿足組織內員工之需求。在這種情況下，人力規劃必須能讓員工充分瞭解組織人力規劃的方向與內容，以便擬定自我努力的方向與目標，進而自我充實、自我發展，以配合組織未來的人力資源發展。

綜合上述，人力規劃作業實為人力發展之基礎；人力規劃可改善人力分配不平衡狀況，進而謀求合理化，以使人力資源獲得最妥當的運用；人力規劃就是針對企業的發展需要，對企業所需的各類人力預為規劃培植，俾企業人力可配合業務需要，組織既可獲致人力資源方面的最大投資報酬，員工亦可維持工作之穩定與保障；人力規劃可對現有的人力結構作一分析檢討，找出影響人力有效運用的瓶頸；同時，完善的人力計畫應該是依照組織和個人兩項基礎而做成。

### 2.1.3 組織變革與人力規劃之關係

經過精心設計的組織結構，並不一定就是理想的組織結構，同時由於種種內在或外在因素的影響，組織必須經常地以各種正式或非正式的方法，予以調整或重組，這種調整或重組就是組織變革(Organizational Change)(吳靄書，民 80)。早在 1970 年代(Morgan, 1972)認為透過變革的過程可使組織運作的更有效率、以達平衡發展，則適應環境的能力會更有彈性；到了 1980 年代，以組織變革的觀點來因應環境的改變來增進組織效能，已是世界的潮流與趨勢，所以當組織受到外在環境衝擊時，為了配合內在需要，必須調整內部狀況以維持本身均衡，此一調整過程即為組織變革(謝安田，民 74)。

一般組織均有其追求之目標，最基本的目標乃在於「生存」與「發展」，要追求生存就不得不維持內部之穩定和延續；要追求發展就不得不力求適應與改革，兩者必須求其平衡，如過份重視「生存」，則組織必趨於停滯和墨守成規；如過於重視「發展」，則組織又會動盪不安。

如何維持兩者之平衡，不使有所偏差，實為管理上之重要課題(吳靄書，民 80)。

影響組織變革的因素很多，舉其要者包括：

- 1.環境壓力。
- 2.目標與價值改變。
- 3.技術的改變。
- 4.人事調動。

至於如何促進組織變革，其過程是一種有計畫的改變，通常包括：

- 1.問題的認知，也就是體認變革的需要。
- 2.確定問題的性質，找出目前狀況與期望狀況的距離。
- 3.問題的解決，尋求解決問題之有效途徑。
- 4.途徑之評估，衡量利弊並預測其可能產生之後果和影響。
- 5.成果追蹤評估，成果如與計畫相符則宜加強，如與計畫不符，則變革過程須重頭開始(吳靄書，民 80)。

基上，如果要讓組織變革有效率的實施，不得不做的工作就是人力規劃，我們都知道，人力規劃是一種持續不斷的工作，因為人力規劃做得好即可減少人力浪費、可合理的分配人力、可適應組織的發展、並可滿足員工需求；所以人力規劃就個人而言，可增進個人技能，使其能力及潛能發揮極致；對組織而言，可培養管理技術人才，增進其長期的工作效率及生產力，達成組織的目標(黃英忠，民 86)。

## 2.2 人力規劃相關研究文獻

本節擬就本論文相關研究文獻進行探討，經彙整相關研究文獻作概略敘述，如下表 2.3。

表 2.3 國內人力規劃相關研究文獻彙整表

研究文獻	年代	內容概述
黃龍興所撰「國營事業機構人力規劃之研究－國營交通事業之個案分析」	民 67	係以郵政總局、電信總局、招商總局為個案研究對象，由國營事業機構受內、外在環境的影響出發，設定事業目標，並針對事業目標對人力需求、人力羅致、人力運用、人力培訓等環節之實施，以達事業目標，其研究過程並參酌泰勒、古立克、巴納德、怕森斯、布萊克、毛頓等學者組織管理理論及勞勃保羅、蘭斯氏、大衛穆勒等學者之人力資源規劃模式，做為郵政總局、電信總局、招商總局實證研究之理論基礎，配合問卷調查，提出國營交通事業機構在人力規劃的規劃作為及實施計畫方面之改進建議。
阮國榮所撰「企業人力規劃－台鐵人力規劃之個案研究」	民 76	有鑑於台鐵在面臨公路強烈競爭下，不僅失去獨佔局面，甚而退居劣地位，而就人力規劃觀點，探討台鐵組織概況與人事制度實況，並進行人力現況實證調查分析，俾提出檢討意見，最後為台鐵未來人力需求作中程預測，以作為台鐵在實施人力規劃之參考。
范蕙美所撰「人力資源規劃理論之研究」	民 81	係藉由人力資源規劃理論之探討，建議理想的人力資源規劃模式，並以行政院人事行政局之公務人力規劃為個案，研究分析我國公務人力規劃之得失；其最大的特色在於對人力資源規劃分類及模式方面之理論文獻有作有作完整的介紹，頗具參考價值。
張婉玲所撰「壽險業人力資源規劃之研究」	民 83	為研究外國保險公司在台設之分支機構後所造成競爭壓力、人力挖角之因應途徑，首先分析壽險業人力資源現況，再藉對於 Wether、Byars、及吳秉恩人力資源規劃模式之探討，以建構適合壽險業之人力資源規劃模式，以模式為架構設計問卷，統計並分析壽險業實施人力資源規劃之過程、成效與阻力，以歸納出結論並提出改進建議。
陳瓊莉所撰「人力規劃理論與政府組織員額精簡之研究－高雄市政府為例」	民 84	以精簡組織員額，使人力運用更為經濟有效，並減緩公務人力膨脹及用人費驟增之面向重點，除藉由 Vetler、Joanne、Wether、Byar、段樵、吳秉恩人力資源規劃模式之探討，建構適合我國公務人力之模式作為分析個案之依據外，並以人事行政局所推動公務人力規劃為經，員額合理化為緯，分析過去政府員額管制未盡合理之處，檢視目前行政院員額精簡政策之實施成效，在實證分析方面，結合高雄市政府之員額精簡政策執行現況分析與問卷調查結果，提出對高雄市政府之建議，並就政府員額管制措施，如人力規劃作業、組織調整、員額合理化、人力運用、人力政策等缺失提出改進建議。

資料來源：本研究整理

表 2.3 國內人力規劃相關研究文獻彙整表(續)

研究文獻	年代	內容概述
高木財所撰「人力資源規劃應用於我國國際電信管理局之研究」	民 85	主要是針對我國國際電信管理局在面對世界電信事業自由化、民營化等浪潮之衝擊下，如何適應其體制上的轉變，從而透過人力資源規劃模式之參考，再配合對際管局人力評鑑個案分析探究，以了解其目前人力相關面向之得失，以便對其人力資源規劃之一些問題，提出具體建議。
任天文所撰「我國營建業專業人力規劃與管理之實證研究」	民 89	有鑑於國內經濟社會環境快速變遷，營建業之建設工程受經濟景氣的影響很大，人力的供需，常因經濟環境遽變受到很大的衝擊，同時不斷的由國外引進營建技術，營建業專業人力必需不斷的培訓，才能提昇工程品質的水準。故以實證的觀點，探討營建業專業人力應如何規劃與管理；並進一步探討德國在營建業這方面的營建作法是值得學習。
吳博欽所撰「人力需求模型－台灣資訊專業人才之實證研究」	民 75	係以台灣資訊專業人才為個案研究對象，以實證來研究各種人力需求模型，如標準成長曲線法、線性模型、投入產出模型、指派模型、隨機模型、國家複合模型等，主要在比較人力需求模型的優劣，進而尋找出適合我國資訊工業人力需求模型，俾作為人力規劃之參考。
韓季霖所撰「台灣地區醫師人力供需之研究－灰色預測模式之應用」	民 90	有鑑於全民健康保險實施後，對於國內醫師人力之研究數據缺乏，為不使醫師人力產生供需失衡情形，故以台灣地區醫師為研究對象，應用灰色預測模式來預測所需之人力。
蔡玉雯所撰「台灣地區中等教育師資人力供給與需求情形，其使用灰色預測模式來推估中等師資之人力供需情形，作為教育主管機關未來擬定相關政策之參考。」	民 90	係以探討台灣地區中等教育師資人力供給與需求情形，其使用灰色預測模式來推估中等師資之人力供需情形，作為教育主管機關未來擬定相關政策之參考。
李振成所撰「人力規劃之研究－以警察人力需求預測為例」	民 91	係以探討警察人力之規劃，其使用迴歸分析法預測推估未來人力需求情形，提供決策單位作為人力規劃之參考。
譚伯群等人所撰「台灣電力公司民營化之人力資源規劃與預測」	民 91	係基於台電公司面臨民營化政策，如何妥善規劃並取得所需人力與人力調整方向等研究動機之下，利用迴歸分析模式預測推估該公司民營化後所需合理人力總數，進而提出因應民營化之人力調整方向，以作為台電公司人力規劃之參考。

資料來源：本研究整理

綜觀以上研究文獻，係針對不同機關或事業之人力規劃，作理論與實務現況探討，各有其研究重點與特色，在研究事業機構文獻方面，乃基於企業經營理念目標，為組織企業創造良好競爭優勢，以追求最高利潤；在公務機關的文獻方面，乃對現行體制結構深入分析，建構合理員額配置的人力規劃政策。最後五篇研究重點在於人力需求預測模型，當中有二篇係運用灰色理論之灰色人力預測模型作人力預測；另三篇則使用其他人力需求預測模型作人力預測。由研究文獻顯見，灰色人力預測模型用於不需採用大量數據來建模；其他人力需求預測模型必需要有大量數據來建模，始能做得更準確。

## 2.3 人力規劃模式

本節將就學者所提人力規劃模式進行探討，以瞭解人力規劃與人力需求預測之關係，藉以提出本文之人力需求預測模式。

### 2.3.1 Mathis & Jackson 之人力規劃模式(Mathis & Jackson, 1991)

Mathis & Jackson 認為人力資源之合理規劃程序，宜涵蓋如下數項，示如圖 2.1。

#### 1. 人力供給評估(Manpower Supply Evaluation)

即利用「工作分析」說明現有職務內涵、性質、職掌及負責人員之素質條件，藉以盤存現有人力之數量。同時並運用「工作負荷分析」衡量人力素質；而為利於人力發展策略運用，對於人力供應之靜態結構及動態消長加以探討。其人力供給需以期末人力為準。

#### 2. 預測未來人力(Manpower Demand Forecasting)

除了解現有人力供應之外，根據組織未來業務發展(以營業額指標)及員工生產力(以每人分攤營業額為標準)計算未來所需人力。至於未來營業額及生產力之預估，均應考慮過去成長幅度及

同業競爭水準，而預測未來人力可以 1-3 年為期間，以利人力調整。

### 3.人力調整規劃(Manpower Adjustment Programming)

比較人力供需後，如係人力過剩宜採緩和方式，運用「節流」方式於先，如無法支撐再引用「資遣」、「裁員」於後，採取組織「減肥」(Downsizing)，以免引起太大反彈。

如係人力供不應求，則一方面利用外聘方式，招募「適質適格」人力填補，二方面善用培育，以內昇方式儲備人才；三方面則運用多元化人力發展策略，以利員工發展。如供需平衡亦應居安思危，檢視人力制度及加強人員訓練，以備未來之需。

### 4.屬行人力檢查(Manpower Auditing)

人力發展負責之單位，除平時對於人力供需狀況、異動、甄補及培訓等情形掌握以外，對於組織檢查、職位檢查、預算檢查及人員檢查等亦應隨時蒐集資料，如此對人力規劃將有幫助。其中人力檢查定期作報告，如離職分析報告、人員招募分析報告、異動分析報告及人員訓練統計分析報告等。

由上述人力規劃之程序，發現其模式乃利用工作分析來說明工作內容及人員素質，以了解工作負荷及人力供給，並考慮組織體制因素、分析人力靜態結構及人力動態消長等因素，採取人力預估方法，來預測所需人力，進而訂定人力發展計畫，且強調定期實施人力檢查，適時調整，使成為完整的人力規劃模式。

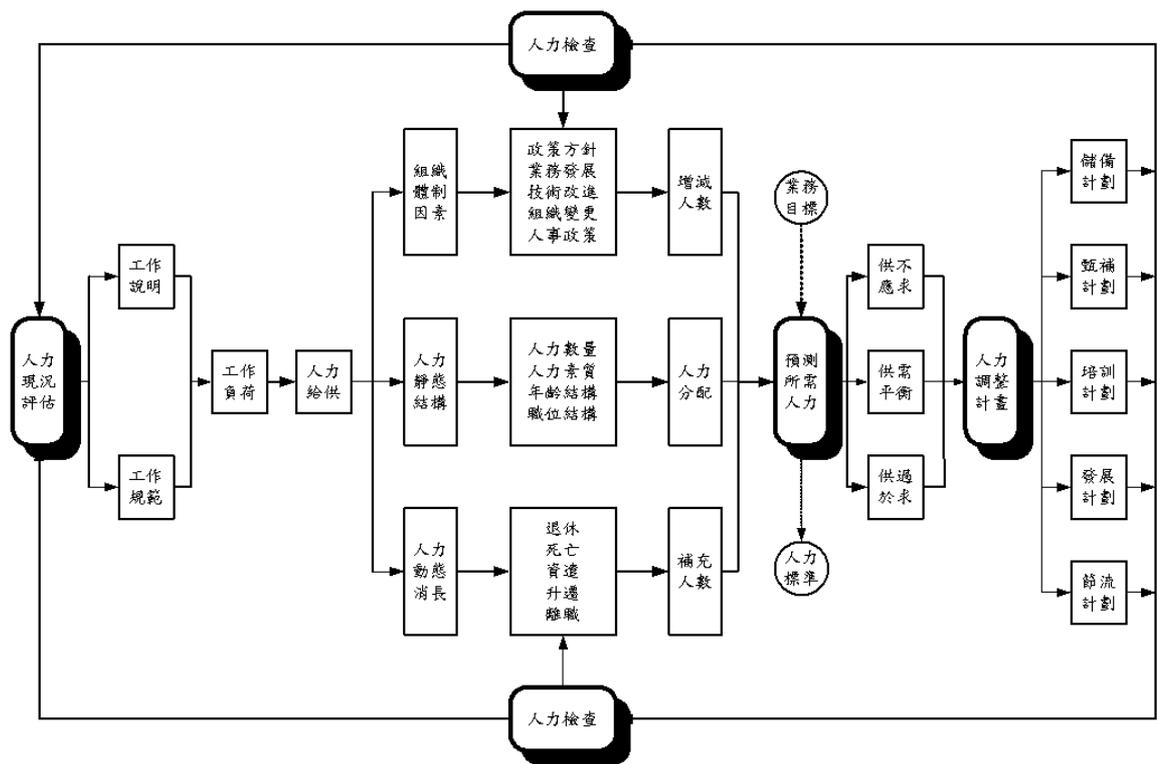


圖 2.1 Mathis & Jackson 之人力規劃模式

### 2.3.2 Wright & McMahan 之人力規劃模式(Wright & McMahan, 1992)

Wright & McMahan 認為人力資源的規劃，是企業組織要生存、要發展之人力活動的架構和運作的設計規範。當然，人力資源的規劃要依據工作分析，才能做好人力資源的計劃。圖 2.2 中提出人力資源的計劃系統，這個系統由公司現在既有的業務開始分析，然後再由公司在未來新增事業或擴充多角化事業的預定新業務，由這兩方面來加以分析。

#### 1. 從現在既有的業務來分析：

即要從扁平化的組織及流程簡單的工作活動的方式，也即經企業再造後的組織結構和組織功能，來衡量組織的標準人力。當公司分析出現在公司所需求的人力後，即可以瞭解現在公司人力之過多或減少。再探討現在人力運用的概況，其人力運用概況包括員

工平均年齡、專業別、總人數、素質、職位結構等等。所以，從既有業務到既有人力的各種分析後，即可清楚瞭解現在公司人力運用的概況。

2.其次，要從公司預定增加業務以及新發展的新事業的人力計劃的分析：(1)確定新業務及新事業的投資規模及其所需人力的預估，所需要的人力需求概況。(2)從別家公司的人力結構找出標準人力需求。(3)計劃人力的需求乃綜合既有人力和預定人力兩方面。

Wright & McMahan 主張人力規劃之工作，一方面依既有業務來分析得知標準人力需求，同時在既有人才中去瞭解人力運用概況及人力結構可能變遷，進而求得計劃人力需求；另一方面從新增事業及預定新業務，依別家公司的人力結構找出標準人力需求預測，計劃人力的需求乃綜合這兩方面的人力需求。

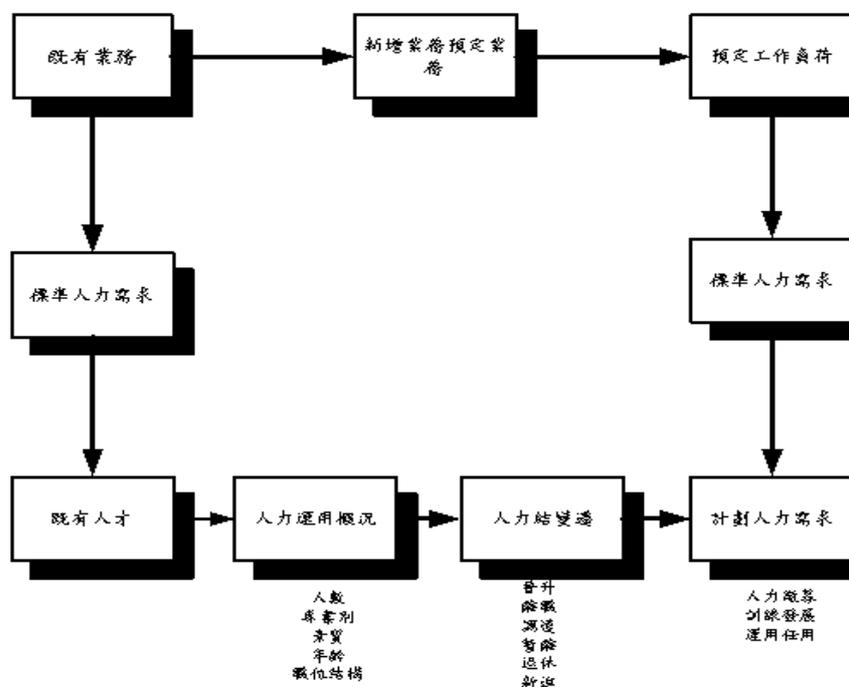


圖 2.2 Wright & McMahan 之人力資源規劃模式

### 2.3.3 Vetler 之人力規劃模式(Vetler, 1978)

Vetler 認為企業組織目標之訂定，需與經濟預測和經營策略、經營計劃等併同考量；並對組織當前人力現況、員工雇用、生產策略、計劃等併同考量，而訂定全盤人力預測計劃。

在釐訂企業組織之計劃目標與政策之後，必須經由最高管理階層的贊同，訂定各種實施計畫，如甄拔與遴選、補充、離退、薪給、訓練與發展、資訊系統、研究等計畫，並對各種計畫的實施進行控制與評估，評估的結果可作為修訂企業組織目標的參考。

Vetler 的人力資源規劃模式，包括對未來人力需求預測與配合組織需求之實施計畫的訂定，過程又包含三個主要部分；即人力儲備、人力預測與人力計畫三大部分：

#### 1.人力儲備

一般企業對人力資源之遴選，主要是依現有職位缺額來決定招募人數，此種作法使得企業的人事政策趨於保守且無彈性，雖然此一作風在競爭態勢不激烈的環境下，似乎對企業的影響不大，但企業終究是要成長，而環境變局是最佳的的人事決策。

#### 2.人力預測

人力預測意謂在未來特定時間組織對其人力需求的預估，併同教育程度、技術與經驗來加以敘述，組織對影響其未來人力需求的決定，有下列幾項必須考慮的重要因素：

- (1)根據過去組織之人力成長為基礎，推估未來之人力需求，並需要估計現有工作人員因晉升、離職與調職後引起的改變結果。
- (2)根據經濟景氣或組織成長預測以決定人力需求。
- (3)應考慮到專業與技術職位空缺補充時，訓練或甄用人員所需

要的時間而預為估計。

(4)需預估因組織人事政策之改變可能遭遇的影響，例如退休金計畫的改變，可能增加早期退休人員之退休金給付，亦可能導致退休率之增加。

(5)應顧及勞動生產力的改變，並以之為預測人力的重要因素，使組織當前的人力需要能反應良好的人力運用。

### 3.人力計畫

人力計畫即是達成或滿足人力需求的實施步驟，亦為設計與研究各種實施計畫，以幫助達成人力目標，通常人力目標的達成可由三種方式為之，首先組織可在其內部尋找合適的人員，或者是經即時的訓練以補充空缺，其次，可制訂計畫以甄拔外界所需的人員，另外，係配合未來的人力需求，改進現有的工作組織，並有效的加以運用。廣義而言，人力計畫包含人力羅致計畫、人力培訓計畫、人力運用計畫等三部份，然而就狹義而言，人力計畫僅為一個人力供需預測計畫。

綜上敘述，認為 Vetler 主張人力規劃之工作，只需從組織策略面來考量規劃即可，策略面考量因素包括：組織未來的目標和計畫、組織人事結構及用人與發展政策。

因此，上述諸學者所提的規劃模式，無論在考量的構面及運作的指引，皆提供一些很好的依據；歸納可知，人力規劃一方面對企業組織發展、工作業務及現有人力之現況予以分析，以了解人事動態，並決定目前人力的存量是否有極大的差距，他方面在對未來人力之需求作一預估，以便對人力之增減補充作通盤之考慮(黃英忠，民 86)。換言之，有效的人力規劃作業在分析過程中，不僅要深入了解組織內現有人力運用狀況及可能的人力結構變遷，而且還要預估在變動情況下

組織對人力資源的需求，並設計出滿足此項需求的必要措施(吳靄書，民 81)。

## 2.4 人力需求預測模型

在進行人力需求預測模型探討前，首先對預測的定義加以研究，以確認本研究所採預測方法為可行。

### 2.4.1 預測的定義

于宗先(民 61)將預測定義為「對未被觀察事象的一種說明」。所謂未被觀察的(或未知的)事象不僅指未來的事象，也指已發生的。如果所涉及的包括這兩種事象，則稱為廣義的預測(Prediction)；如果所涉及的僅是未來的事象，則稱為狹義的預測(Forecasting)。Donlebell 和 Krasner(1977)提出預測所須具備的幾個性質如下：

1. 預測程序的持續性：由於環境的變化，會對預測結果造成某種程度的影響。故預測者必須認知此種情況，並適時對以往的預測結果，根據當前的現況加以修正。
2. 預測情況的不定性：預測的重要性是由於對未來情況的未知及不確定。亦即預測所依據的相關因素的變動無常所導致。雖然有時這些相關因素可加以控制，但是各因素彼此相互衝擊的程度卻很難加以測量。正因為無法完全測量出這些因素的交互影響，因此未來情況的不定性乃必然的結果。
3. 預測事象的連續性：只有當預測事象能夠持續地出現，我們才可以將其作為預測基礎的資料。而且唯有這種資料才能形成一定的型態(Pattern)，藉由對此型態的了解，才能推演未來。如果預測事象恰逢突發事件，如戰爭、能源危機等，那就無法加以預測了。

4.預測結果的錯誤性：在正常的情況下，預測結果必定存在某種程度的隨機誤差。即便所使用的資料完全反映真相，而且所使用的預測方法完美無缺，但是由於未來情況存在不確定性，而使得預測結果幾乎不可能與事實真相完全吻合。

方世杰(民 77)認為預測是預計和推斷。具體地說就是調查過去、現在和未來的已知，並研究已知中的真實情況，去分析真實情況的演變規律，再以演變規律來推斷未來。

人力資源之供需是人力規劃的核心。人力規劃的主要工作內容有二，一為預測未來人力資源的需要，二為針對未來之需要尋找出妥善解決之步驟，特別是處在人力、財力與物力都要充份發揮效率的環境中，祇有透過適當的人力規劃，才可使企業組織永續經營發展。至於人力預測之重要，至少有下列二個理由：

- 1.降低人力供需失調現象，減少資源之浪費。
- 2.提供資料及趨勢，可作未來各種規劃之參考，並謀對策(吳家聲，民 73)。

#### 2.4.2 傳統人力需求預測方法

人力需求預測，係針對組織目前及未來業務發展的需要，利用科學統計的方法，求出人力與工作負荷及業務量間的相互關係，期能適時、適地、適量地提供與調節所需之人力，並進而採取有效方法提高員工素質，激發其工作潛能，使所有工作人員，均能朝向組織之整體目標而努力，以達成組織目標的一種過程(高木財，民 85)。有關人力規劃方法甚多，隨著目標之差異而有所不同，大體上可分為人力需求法、社會需求法、成本效益分析法、系統分析法等四類，分述如下(吳家聲，民 73)：

### 1.人力需求法(Manpower Requirement Approach)

第一類係由經濟層面著眼，也就是為了達成某一經濟成長目標，而對所需之人力進行估計，亦即根據一國經濟成長之目標，估計各行業各部門所需不同教育水準之人力，此一方法稱之為「人力需求法」。

### 2.社會需求法(Social Demand Approach)

第二類係由社會層面著眼，其主要目的為滿足社會大眾對教育的需求，亦即按照人口與所得之變化及人民對教育之態度估計社會上需要接受教育之人數，稱之為「社會需求法」。

### 3.成本效益分析法(Cost-Benefit Analysis)

第三類係由教育投資層面著眼，其主要目的在於評估教育方案實施之成效，以作為再投資之參考，亦即各級及各類教育之成本與收益作為個人與政府之參考。此最常用之方法為「成本效益分析法」

### 4.系統分析法(System Analysis)

第四類方法係由教育系統層面著眼，它主要之功能在於檢討各級各類教育間的關連與聯繫，以維持整個系統平衡，這一類為系統分析法。

上述人力規劃方法中，成本效益分析法雖可間接顯示人力供需失衡的情形，却無數量數據；社會需求法及系統分析法則分別涉及社會與教育之考慮，本研究不詳加介紹。至於人力需求法係一種概稱，其所含之技術甚多，茲將人力需求推估方法列舉分述如下(吳家聲，民 73)：

#### 1.雇主意見法(Employers Opinion Method)

為使用問卷或實地訪問方法，調查雇主在未來若干年內希望雇用之人力類別與數量，加以彙總調整，以求得未來人力之需求。

## 2.飽和比率法(Rates of Saturation Method)

又稱為「密度比率法」(Density Ratio Method)其計算步驟為首先根據過去資料，計算某特定人力在整個勞動力所佔的比率，其次為推估人力計畫期間所需之總勞動力，最後利用趨勢外推法計算該特定人力之需求量。

## 3.過程分析(Succession Analysis)

人事制度移動之原因包括進入、升遷、死亡、離職與個人能力、行為及潛能之變動。因之，如能了解上述可能之變化情形，將使人力資源之運用與管理更具有效。在過程分析中，其包括預測人事之變動，諸如組織結構與工作關係，員工年齡與與晉升，某些工作之未來接替人選等。此一方法通常人事職位之替代流程圖來表示。通常規劃者能藉流程圖及有關組織之變動預測退休、調遷、晉升等人事之移動。至於退休、辭職、死亡之資料獲得係基於其未來可能之變化，作主觀之判斷，或依據未來可能的損失率作為判斷之標準。故本模型應包括以下幾點：

- (1)退休、辭職、死亡人數或未來幾年需要增雇員工之預測。
- (2)若目前員工移動性降低時，預測哪些管道將遭受阻塞
- (3)認定哪些職位缺乏適當之接替人選。
- (4)認定哪些職位供應過多，需要事先妥為規劃。

## 4.機率性之模型(Probabilistic Models)

過程分析係審視個人之資料，作為預測未來供需之方法。而機率性之模型則係審視員工之群體資料，以作為判斷未來人力需求之方法。其過程係基於過去各種員工之移動，作為判斷未來動向之指標。至於員工分類標準，可按組織單位、地區、薪資、職責、工作分類、服務期間、教育水準，甚至特定之工作作為區別之標

準。

如果我們觀察員工由某一類別移向另一類別或離開其原工作單位之機率，則可求出移轉性機率之矩陣。經由此矩陣可求出動態流量之機率性模型。進一步再透過此一機率性之過程，了解未來是否員工將保留在原工作單位或移向其他工作單位。至於機率之計算為利用過去幾年之平均值計算而得。在大部份機率性模型中，連續二年間移轉之機率值係假定為穩定的。在理論上此模型包括甚多方法，諸如馬爾可夫人事流量分析(Markov Analysis of Personnel Flows)。

#### 5.指派模型(Assignment Models)

人事指派模型係針對個人之資料作為分析準則，將個人及工作空缺結合起來之預測模型，其目的在於有效的運用各種人力，並預測未來人力供需是否保持平衡。本質上，此一模型係按個人之偏好、年資及其他可選擇之標準，指派每一個人做最適合於自己工作，及促使短期內組織之變動的方法。

#### 6.時間數列分析(Time Series Analysis)

所謂時間數列分析，其重點在運用長期的時間資料，以簡單或複雜的統計方式來預測未來的各種發展趨勢，與迴歸分析類似，惟需要有同趨勢之穩定歷史資料，而且資料量不能太少。換言之，時間數列分析方法，基本上並不採用其他的變數，而只採用過去的資料來建構預測模式，時間數列分析對中長期預測仍有很大的效果。

#### 7.迴歸模型(Regression Analysis)(高木財，民 85；顏月珠，民 74；吳明隆，民 90；黃英忠，民 86)

迴歸一詞係用以敘述兩個或兩個以上變數間的關係，故知迴歸分

析是以一個或多個自變數描述、預測或估計一特定因變數的分析，用途非常廣泛，尤其對於不能以實驗方法取得資料之社會現象的研究與分析。迴歸可分為一個自變數的簡單迴歸與多個自變數的複迴歸或多元迴歸。

所謂迴歸分析是用以敘述兩個或兩個以上變數間的關係，即以一個或多個自變數，預測或估計某一特定依變數的分析，它係用統計學上的相關迴歸分析方法來鑑定、測量、分析研究各部門工作負荷與人力間的關係。

迴歸分析中最簡單的模型是二變數的直線迴歸模型，即所謂的簡單直線迴歸模型(Simple Linear Regression Model)，稱簡單迴歸。當影響人力需求的變數或因素只有一個時，可利用簡單迴歸分析之，然而獨立變數有兩個以上時，就必須以複迴歸(Multiple Regression)分析之，人力規劃中通常有許多變數，都會影響到其人力需求，因此都使用迴歸分析。迴歸分析法不能僅是單純地求其迴歸方程式，必須佐以相關分析(Correlation Analysis)，因其自變相與依變相間有著相關關係，此時所謂的相關分析是分析二變數間密切性程度的相關分析，同樣地，相關也分簡相關與複相關(Multiple Correlation)。當相關係數愈接近+1時，變數間的關係就愈為密切；係數愈接近零表示無相關關係，如果係數為負，則表示逆相關關係，如此進行相關分析之後，則可依據相關係數得知其變項間之密切程度與某一變項對其他變項之影響，因此有助於人力預測的正確性。

使用多元迴歸分析有四種方法，分別說明如下：

- (1)順向選擇法：所謂順向選擇法即是自變項一個一個進入迴歸(或一個步驟一個步驟)模式中，在第一個步驟中，首先進入

方程式的自變項是與依變項關係最密切者，亦即與依變項間有最大正相關或最大負相關者；第二步驟以後則選取與依變項間的淨相關為最大之自變項，進入迴歸模式中。在每個步驟中使用 F 統計(t 統計的平方)考驗進入迴歸模式的自變項，如果其標準化迴歸係數顯著性考驗之 F 值大於或等於內定的標準或 F 值進入的機率值小於或等於內定的標準(0.05)，則此變項才可以進入迴歸模式中。

(2)反向剔除法：所謂反向剔除法是先將所有自變項均納入迴歸模式中，之後再逐一對模式貢獻最小的預測變項移除，直到所有自變項均達到標準為止。

(3)階層式進入法：階層式進入法即一般所稱複迴歸分析法。這是一種強迫介入式的複迴歸分析，強迫所有變項有順序進入迴歸方程式。

(4)逐步迴歸法：逐步迴歸法包含了順向選擇法與反向剔除法兩種方法，此方法分析的簡要步驟是：(a)在模式中原先不包括任何的預測變項，而與效標變項相關最高者，首先進入迴歸方程式。(b)其次是控制迴歸方程式中之變項後，根據每個預測變項與效標變項間之「淨相關」的高低來決定進入方程式的順序，而進入方程式的標準在於預測變項的標準化迴歸係數必須通過 F 值或機率 F 值規定之標準。(c)已納入方程式的預測變項必須再經過反向剔除法的考驗，以決定該變項是否被保留，進入迴歸方程式的變項若符合剔除標準，則會被淘汰。

有相當多學者進行過相關研究，而其所應用之方法常見者有線性迴歸模型、馬爾可夫模型、時間序列模型等，這些方法因為方便、準確

等優點而受到廣泛之應用。然而，他們在使用上仍然有其限制，如線性迴歸模型必須假設變數間為獨立、需要大量的樣本、樣本的分布要有規律等；馬爾可夫模型須已知各狀態之間的轉移機率；時間序列模型需要有同趨勢之穩定歷史資料。他們都相對地需要較高之資訊蒐集成本，而且在面臨樣本個數不多、影響因素複雜且不確定性高等情形下，常常會有模型複雜、模型假設不合乎現實環境、準確度不足等問題產生。為能更清楚比較各類人力需求預測模型，茲將其優缺點彙整如表 2.4。

表 2.4 人力需求預測模型比較表

模 型	優 點	缺 點
雇主意見法 (Employers Opinion Method)	實際且易行，可使用在特殊技術人員之短期需求。	雇主對未來的看法未能一致，且所提供數據並非確實可靠。
飽和比率法(Rates of Saturation Method)	計算簡易。	未能考慮技術變動、產業技術調整等生產面因素對人力需求之影響。
迴歸模型(Regression Analysis)	在滿足變數間為獨立等假設，樣本的分布有同趨勢之規律性時，根據大量樣本個數即可計算出迴歸線性方程式，其準確率頗高。	計算頗繁雜，且不適用於少量樣本之場合。
過程分析(Succession Analysis)	可瞭解未來人力之職業移轉動向，並獲得在均衡狀況下各職業所需的人力。	移轉機率矩陣資料取得不易。
機率性模型 (Probabilistic Models)		
指派模型(Assignment Models)	可獲得符合生產計劃且成本最小的最適人力。	問題須以線性方式表示，易產生限制式過多求解不易的情況。
時間數列分析法 (Time Series Analysis)	方法簡單，在短期內具有頗高之預測精確度。	1.無法反應經濟成長所需之人力。 2.長期預測誤差大，且需要穩定之大量樣本。

資料來源：本研究整理

表 2.4 人力需求預測模型比較表(續)

模 型	優 點	缺 點
類神經網路系統模式 (Neural Network System Model)	1.具備高速之聯想能力 2.具有高容量的記憶能力 3.學習能力 4.具備容錯能力	雖不需太多的假設，然而在應用上，則須系統操作者提供實際預測之經驗法則，且需要大量歷史資料才能得到較佳的預測(田自力,民 85)。
灰色理論預測模式 (Grey Theory Prediction Model)	1.不需要大量數據。 2.不須太多的關聯因素。 3.短中長期預測皆可使用。 4.精準度高。	模型參數採最小平方法推估，在系統受干擾時，將會產生偏差估計(田自力,民 85)。

資料來源：本研究整理

### 2.4.3 近代人力需求預測方法

預測有許多種方法，由於現今電腦軟硬體之進步，發展出許多人工智慧的方法，如灰色理論、類神經網路，以下將就其運用在預測之方法介紹如下：

#### 第一部分：類神經網路(葉怡成，民 86、91)

類神經網路的研究乃起源於 1957 年，當時正值電腦發展的初期，近代也有學者將它應用在人力需求預測上(葉怡成，民 91)。類神經網路(Artificial Neural Network, 簡稱 ANN)，或稱為人工神經網路，係指一種基於腦與神經系統研究所啟發的資訊處理技術；或人類製造出來，用來模仿生物神經網路的資訊處理系統，其較精確之定義為「類神經網路是依種計算系統，它使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力」。因此，要了解類神經網路就必須先了解生物神經網路，生物神經網路是由約 $10^{11}$ 個神經細胞(又稱神經元)所組成的，神經元是腦組織的基本單元。

當外界產生各種不同形式的能量訊號或資訊(例如：聲、光、電、影像等等)，透過感官器轉換成電的訊號後，便會進入神經細胞中，而在神經元內此輸入訊號是經由突觸(Synapse)間內部電位變化後，透過樹

突(Dendrites)傳送至神經核(Soma)，再將經由神經核轉換後之訊號由軸索(Axon)傳送到樹突，成為下一個神經元的輸入訊號。

換言之，類神經網路是指利用既有的電腦系統來進行模仿生物神經網路的處理模型。類神經網路是一種計算系統，其包括軟體與硬體的設備，在運算的過程中網路模式乃使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，他從外界環境或者其它人工神經元取得資訊，並加以運算後，將結果輸出至外界環境，或者供其他的人工神經元使用。

## 第二部分：灰色預測系統理論

1982年鄧聚龍先生發表了一篇論文 The Control Problems of Grey System 後，灰色系統就開始被廣泛的運用在生命科學、地質、農業、環保、電力及人力預測等數十個領域(鄧聚龍，民 85)。為能充分了解該理論，本節將分別就灰色系統簡介與應用進行探討。

### (一)灰色系統簡介

灰色理論為灰色系統理論(Grey System Theory)之簡稱。其主要是應用於系統模型在信息不完全、影響變數紛雜、行為模式不確定、運作機制不清楚狀況下，進行系統的關聯分析、模型建構、預測、決策與控制等工作，來研究、探討及了系統(吳漢雄等，民 85)。

灰色模型(Grey Model；簡稱 GM)，是灰色系統的基礎，也是灰色系統理論的核心。灰色系統理論將一切隨機變量看成是一定範圍內變化之灰色量，及與時間相關之灰過程。對灰色量之處理並非藉尋找統計規律的方法達成，而是將雜亂無章之原始數據經過處理後，來尋找其內在規律性，經由處理過後之數列轉化為微分方程，建立灰色模型，之後再以此進行預測，即稱為「灰色預測」。

而灰色系統理論主要能在系統(System)模型不明確或資訊不完整

性的情況下，進行關於系統的關聯分析(Relation Construction)、模型建構(Model Construction)，並藉預測(Prediction)及決策(Decision)的方法來探討及瞭解系統。

什麼是灰色系統呢？當訊息完全謂之白(White)，訊息缺乏謂之黑(Black)，訊息不完全、不確定謂之灰(Grey)。訊息不完全、不確定的系統稱為灰色系統(Grey System) (鄧聚龍，民 85)。而灰色系統的特色是以研究”少數據不確定”，有別於”大樣本不確定”的機率論與數理統計。灰色系統包含下列六項研究方法(鄧聚龍等，民 89)：

### 1. 灰生成(Grey Generating)

生成即為補充訊息之數據處理，這是一種就數找數的規律方法，在一些雜亂無章的數據中，設法使其被掩蓋的規律與特徵浮現出來。換句話說，我們利用灰生成手段降低數據中的隨機性，並提昇其規律性。在灰色理論終常用的生成方式有：

(1) 累加生成(Accumulated Generating Operation，簡稱 AGO)：

將數據依次累加。

(2) 逆累加生成(Inverse Accumulated Generating Operation，簡稱

IAGO)：累加生成的逆算。

(3) 差值生成：除了累加生成和累減生成之外的數據處理方法，

是利用現有的數據及慣用的數學方法建立其間的數據。

### 2. 灰關聯分析(Grey Relation Analysis)

這是在灰色系統理論中分析離散序列間的相關程度的一種測度方法。而灰關聯分析具有少數據及多因素分析的特點，剛好可以彌補統計迴歸上的缺點。

### 3. 灰建模(Grey Model)

利用生成過的數據建立一組灰差分方程式(Grey Differential Equation)與灰擬微分方程式(Grey Pseudo Differential Equation)之模式，稱為灰建模。一般可分為下列幾種：

(1)GM(1,1)：表示一階微分，而輸入變數為一個，一般做預測用。

(2)GM(1,N)：表示一階微分，而輸入變數為 N 個，一般做多維關聯分析用。

(3)GM(0,N)：表示零階微分，而輸入變數為 N 個，一般做多維關聯分析用。

### 4. 灰預測(Grey Prediction)

以 GM(1,1)模型為基礎對現有數據所進行的預測方法，實際上則是找出某一數列中間各元素之未來動態狀況。

### 5. 灰決策(Grey Decision Making)

當某個事件發生時，因為考慮的對策不同而有不同效果，挑選一個效果最好的對策來對付事件的發生，就是決策。此時將對策和 GM(1,1)模型結合所做的決策稱為灰決策。可分為下列三種：

(1)灰色局勢決策(Grey Situation Decision)

(2)灰色層次規劃(Grey Layer Decision)

(3)灰色整體規劃(Grey Programming)

### 6. 灰控制(Grey Control)

傳統的控制上，是利用輸出及輸入間的數據，做成轉移函數(Transfer Function)而求出所需的增益值，或者利用狀態空間法

(State Space) 求出輸入和輸出之間的動態關係。而灰色控制則是通過系統行為數據，尋求行為發展規律，預測未來行為，當預測值得到後，將此一預測值回授至系統，以進行系統控制的一種法則。傳統的預測方法需要大量的觀察值，才能進行各種方法的預測，所以不太適合運用在短期的預測上。但灰色預測法的特色便是使用少數數據，例如只要有四個已知的觀察值，即可順利進行灰色預測。灰色預測有下列幾種(鄧聚龍，民 85)：

(1) 數列灰色預測(Sequence Grey Prediction)：

數列預測是灰預測的基本類型，它是根據給定的數據(數列)，直接建立 GM(1,1) 模型進行預測。由於在指定的時刻，這種預測只能得到一個預測值，因此亦稱為單值預測。

(2) 災變灰預測(Calamities Grey Prediction)：

給定的數列中，若出現過大或過小的異常值，我們便稱這些為災變值，相應的點稱為災變點，原有數列稱含災變的數列。所謂災變預測就是這些灰時間分佈的預測，所建立的灰色預測模型，即灰數列的時間分佈預測模型。

(3) 季節災變灰預測(Seasonal Calamities Grey Prediction)：

若災變發生在每年特定時區，人們對這些災變事件的時間分佈進行預測，稱為季節災變預測。

(4) 拓撲灰預測(Topological Grey Prediction)

拓撲預測是季節災變預測的延伸，它與季節災變預測的區別在後者是通過給定的水平線與災圖的交點，獲得時間分佈序列。

(5) 系統灰預測(Systematic Grey Prediction)

如果系統行為有多種表現，則其預測的難度必然大於一種表現的情況。當多種表現之間沒有太多的關係，或者雖然有關係，但人們可以不注意或淡化，則可利用多個 GM(1,1)模型對系統的行為進行預測。

## 二灰色系統理論之應用

灰色預測具有以下之優點：

- (1)灰色預測需要數據少。只需根據實際狀況，選擇適當數量的數據即可，而不需大量的歷史數據，甚至只用四個數據就可建模，進行預測，還能得到精確的結果。
- (2)雖然 GM 建立在較深的高等數學基礎上，但它的計算步驟並不繁瑣。
- (3)一般情況下，灰色預測不需太多的關聯因素，因此簡化蒐集之工作。
- (4)灰色預測既可用於短期，也可用於中長期預測。
- (5)灰色預測精準度高。在相同之少量樣本數下，比其他方法的模型誤差還小(吳漢雄等，民 85)。

由於灰色預測具有上述之優點，致在國內已有不少學者將灰色預測應用在需求量的變化方面。例如：以台灣地區的人口為對象，使用灰色預測模型，推估台灣地區民眾之未來人壽保險投保率，並進行驗證分析，證明灰色預測具有相當高的預測準確率(謝坤民，民 86)。以航空公司客運網路為對象，建構航線運量預測、航空網路型態設計、航線班機頻次規劃與機型指派模式(溫裕弘，民 87)。以兩岸海運業為對象，進行貨櫃運量之灰色預測，建構其運量需求模式(黃泰林等，民 87)。以海上航行人員為對象，使用灰色預測，得出未來航行的船舶數目，進而推估未來海上航行的人員需求量等(林進財等，民 88)。

而且灰色預測並已有相關的研究應用在商業上方面，如「應用灰色理論於財務時間序列變動之分析」(洪宗貝等，民 89)、「台灣地區資訊電子產品生命週期及展望」(黃淇竣，民 87)及「電腦關鍵零組件之價格預測模式」(王瓊敏等，民 89)等。

### (三)灰色關聯分析(Grey Relational Analysis)

灰色關聯度分析模型，係一「影響測度」的模型，對於兩個系統之間的因素，其隨時間或不同對象而變化的關聯性大小之度量，稱為關聯度。在系統發展過程中，若兩個因素變化的趨勢具有一致性，即同步變化程度較高，即可謂二者關聯程度較高；反之，則較低。因此，灰色關聯分析方法，係根據因素之間發展趨勢的相似或相異程度，亦即「灰色關聯度」，做為衡量因素間關聯程度之一種方法(鄧聚龍等，民 89)。灰色關聯分析模型具有下列優點(施能仁等，民 87)：

- 1.建立模型可屬於非函數型之序列模型。
- 2.計算方法簡單。
- 3.不需要大量數據，且數據不需符合常態分配。
- 5.不會產生和定量分析衝突之結果。

對於灰色關聯分析而言，由結果中可以得知是做系統的輸出與輸入之綜合研究。除此之外，也可以了解系統中各個環節的發展變化。因此在灰色關聯分析中的各個子因子之間的關係，也可以視為是對系統做灰色關聯分析，是關聯分析的一種方式。

為能清楚瞭解灰色人力需求預測模型與其他傳統數量預測方法之比較，茲將各方法之使用條件彙整如表 2.5。

表 2.5 灰色預測與各種系統數量預測方法之使用條件

預測方法	所需最少之數據	數據之型態	數據之間隔	準備時間	數學需求
簡單指數型	5 至 10 個	等間距	短間隔	短	基本
Holt's 指數型	10 至 15 個	同趨勢	短或中間隔	短	稍高
Winter's 指數型	至少五個以上	同趨勢且具同規律性	短或中間隔	短	中等
迴歸分析法	10 個或 20 個以上	同趨勢具同規律性	短或中間隔	短	中等
Causal 迴歸法	10 個以上	可各稱型態相混合	短、中及長間距	長	高等
時間序壓縮法	2 個峰值以上	同趨勢、同規律性且可自我調整	短或中間隔	短(稍長)	基本
Box Jenkin's 法	50 個以上	等間距	短、中及長間距	長	高等
灰色預測法	4 個	等間距及非等間距	短、中及長間距	短	基本

資料來源：張偉哲等(民 89)

公營事業民營化是我國既定的政策，也是當今世界的潮流，台電公司為配合政府政策，當有重大組織變革。以台電公司現階段經營狀況而言，現有員工總人數仍有不合理情況，為因應電業自由化所帶來競爭壓力，台電公司必需訂定一套合理人力預測方法。由於台電公司過去三十年來，在國營事業經營體制下，其經營方式必須配合政府的經濟政策，不符合企業經營的理念，故有關業務量統計數據，並不合理正確。根據國際電業統計顯示，台電公司的員工生產力隨著時間的發展，與其他電業公司之員工生產力有越來越接近之趨勢，表示台電公司最近五年來之發展過程，為因應內、外部環境之變動，內部組織亦逐步地改革與調整，雖然改革與調整的步伐並不是很快，但基本上而言，這個調整步伐的方向大致是正確的，而台電公司自民國 86 年起，無論業務量的發展或用人數量的成長，已趨向如何提升競爭力、生產

力方向進行，故本研究所能採用的資料有限。基此，本研究將採用灰色理論預測模式進行預測，因為灰色預測不需要大量數據，不須太多關聯因素，正符合台電公司目前的情況，而且灰色預測無論短中長期預測皆可使用，精準度高。



### 第三章 研究設計

經由文獻探討得知，透過人力評估以決定人力需求一向是人力規劃實務中最困難之任務，其中牽涉的變數頗多，主要分述如下：

- 1.人力資源的目標與策略應以組織之目標與策略為藍本來擬定。所以，人力評估除了組織本身之人力資源管理制度系統外，也與組織整體之策略及發展方向息息相關。
- 2.人力評估除了考慮人力數量的因素外，人力質的因素也不能忽略。
- 3.人力資源為組織營運投入資源之一環，故其產出之效益也是安排人力配置之必需思考層面之一。
- 4.為了組織長期運作，人力評估除考慮當前之人力現況以了解人事動態外，還需考慮其未來之人力需求預測與配合組織需求之實施計畫。
- 5.不同組織之作業流程簡化程度、電腦化推行程度及使用自動化程度等也都是人力評估中需考慮影響人力配置之因素。

結合上述各因素之互動，確實需要有一套較完整之人力評估方法架構以求對人力評估之目的，能以更系統化、客觀化及合理化的方式加以達成。

本研究為求能夠對於人力需求之議題進行深入之探討，除了蒐集與整理分析相關文獻，以求了解學術界對相關議題所作之研究結果，更進一步利用「灰色模式」及「灰色關聯分析模式」，以預測未來人力需求情況。故本章首先依據所欲探求之研究問題來建立研究架構，以確定本研究問題之解決方法與步驟；其次，將針對資料蒐集、研究分析方法及各研究變數定義加以說明；接著，再分析結果，並提出結論

與建議。

### 3.1 研究架構

從相關人力規劃理論與文獻中，認為人力規劃模式應包括四個部份(李振成，民 91)：

1. 檢視企業組織之環境變化因素，決定企業經營目標。
2. 為達成企業經營目標，針對組織業務發展趨勢，建構人力需求預測之模式。
3. 根據人力預測結果，制定人力供需平衡計畫，以決定人力羅致計畫及人力發展計畫。
4. 進行追蹤與評估。

另從相關人力規劃理論與文獻中，瞭解到人力需求預測是隨著組織內、外在環境而變動，而人力需求預測的環境變項，可分為內在因素與外在因素，分別說明之(李振成，民 91)：

#### 1. 內在因素

企業內部的人力規劃，必須先有長期業務計畫為依據，首先對於組織外及未來情況加以瞭解，其次對於該組織環境以及各種影響決定生產力之各項因素，亦應設立各種具體的假設，就一般情況而言，組織內部未來之人力需求，可根據兩項工作決定之：

- (1) 統計與預測目前之人力供給情形。
- (2) 預測未來業務發展的趨勢，即不僅要洞悉目前既有的業務及人力配備，而且要預計新業務的發展及其人力結構的可能變遷。

#### 2. 外在因素

外在環境的考慮，因素至為複雜，諸如政治因素、社會因素、經濟因素、法令因素或科技因素等等皆是，一個組織人力需求的預

測，不僅要看得廣，而且要看得遠。舉凡經濟景氣之變遷、科技的進步、以及就業市場的變動趨向等，都要體察時勢脈動，尋求其間的因果關係，並加以分析透視之。

人力需求預測為人力規劃之重要探討項目，預測之內容，因時程之長短而有不同，預測期間愈短者，其內容應愈詳盡，以便照預估計畫執行，而預測期間愈長者，則其需予修正之可能性愈大，在經過環境因素之分析及對組織目標有明確的瞭解後，即可參照人力結構及組織結構現況分析，以及組織之人力政策內容，並就所決定之人力預估基礎，選定適合預估作業所需人力之計算方法與人力標準，以預估在人力計畫期間內組織所需人力數量。

在人力需求的預測中，有三個重要因素必須加以考慮，它們是組織目標和策略、生產力(績效)或效率的變化、以及工作設計或組織結構的改變，比較簡單的做法是先了解內在和外在環境的狀況，然後找出最有關連或影響力的因素，隨即確定因素和人力需求間的關係，在此，我們可以用某些數學或模式關係予以代表，接著就可預估這項因素的變化程度，而以確定的模式或關係法則。

故本研究為預測最適人力，依據前述之人力規劃及人力需求預測基本精神，建構出人力需求預測模式，框線內係本研究之人力需求預測模式；非框線內不預測在人力需求預測主軸內，僅作敘述性探討分析，如圖 3.1。亦即本研究認為最適人力需求模式，須針對組織環境的變動因素加以分析，蒐集長時間的數列資料加以觀察，取決何者因素可採為預測變項，其間關係又是如何，最後將這些資料透過預測的模式，做為預測人力參考指標變項。

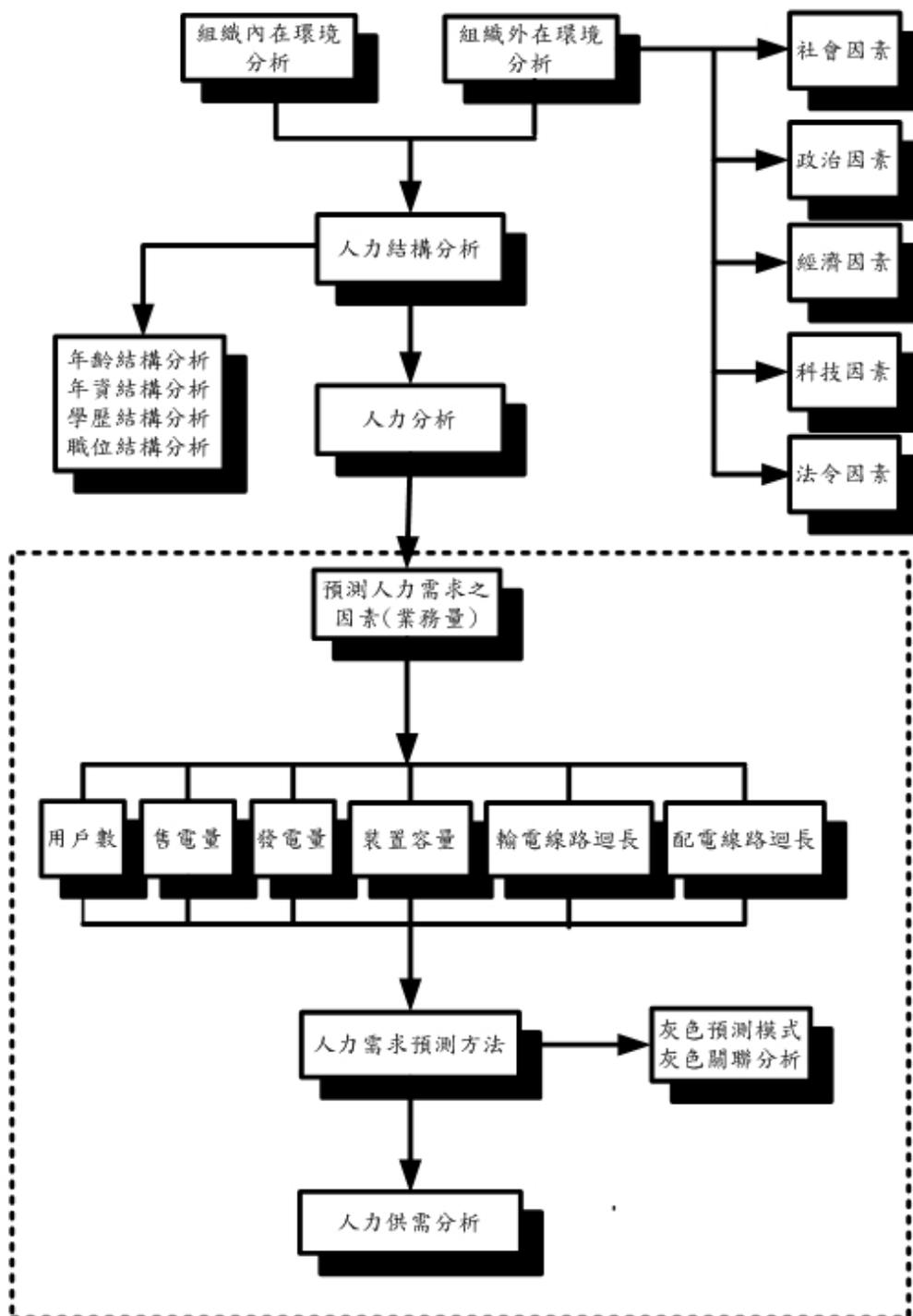


圖 3.1 人力需求預測模式

### 3.2 研究變數

蒐集資料前，先說明影響人力需求之變數。所謂變數，是被研究對象的某一屬性，因時地人物不同，而在質或量上的變化。單一變數，

僅能作為現象與特徵的描述，透過變數之間關係的描述與檢證，才能瞭解現實世界的種種情況，發展具有意義的知識與概念(邱皓政，民90)。從第二章文獻探討與第三章研究架構得知，影響台電公司人力需求因素，除人力結構因素外，還有政治、社會、經濟、法令、科技與業務量等因素，其中業務量包括裝置容量、發電量、售電量與、用戶數、輸電線路迴長數、配電線路迴長數等。當然，對大多數的研究者來說，所最關切、最感興趣者，或許是本研究所列的因素是否就能適切的預測最適人力的概念，這裡所涉及的是所謂「建構效度」(Construct Validity)的問題，在行為科學研究中，由於多數理論都還處於探索的階段，因此在研究過程中，通常會蒐集大量資料，而在這些大量的資料中，那些變數是重要的，那些變數是不重要的，會加以篩選，本研究自亦不例外。而對於一些無法量化之影響因素，如政治、社會、經濟、法令與科技等因素，將不被選為本研究之變數。本研究以業務量因素為指標變數，換言之，本研究在進行灰色系統人力預測時，以員工總人數為主要變數，而相關變數包括發電量、售電量與裝置容量、用戶數、輸電線路迴長數與配電線路迴長數等，其理由說明如下：

- 1.台電公司係經營綜合性電力事業，包括發電、輸電、配電及核電等四大事業，其組織含發電、輸電、業務、供電及其他等系統，其人力結構區分為技術、業務及管理三大類。在不同人力結構下之影響因子，將隨組織系統而異，而影響台電公司人力配置因子約有數百種。
- 2.由於這些影響台電公司人力配置因子中，有些資料因數據不齊全無法納入，有些資料屬內部不對外公開的，但影響不大，其資料亦無法納入，並經與台電公司人事處人力規劃課相關人員及企劃處承辦國際電業人員訪談，再參考國際間用於評估經營績效所使

用之選擇項目，經篩選認為影響台電公司人力配置之共同影響因子應為發電量、售電量與裝置容量、用戶數、輸電線路迴長數與配電線路迴長數等六項。

### 3.2.1 操作性定義

操作性定義是指在界定一個概念或變數時，並不直接描述被界定項所指變數或事象的性質或特徵，而是舉出測量該變數或產生該事象所作的操作活動，具體來說，使用操作化定義，至少有三大益處：

- 1.可使研究者的思考具體而清晰，防止所用實證性概念曖昧而含混。
- 2.可減少一門科學中所用概念或變項數目，因為只有在操作程序顯著不同時，才增加新概念或新變數。
- 3.可以增進科學研究者互相溝通的正確性，因為具有操作性定義的概念或變數才不易產生誤解(楊國樞，民 80)。

上述說明了研究者對於操作性定義有其必要性。故以下將本研究所選之變數，包括發電量、售電量與裝置容量、用戶數、輸電線路迴長數與配電線路迴長數等，分別作成操作性定義如下：

#### 1.裝置容量(Installed Nameplate Capacity)：

發電廠機組之裝置容量，通常以構成該機組之原動機或發電機之設計容量(名牌所列定額容量)稱之(取用二者中較小者)，如以系統而論，則為該系統所有發電廠裝置容量之和(目前以商轉後機組計入)。單位為 (KW)。

#### 2.發電量(Energy Generation)：

包括淨發電量(Net energy generation)與購電量(Energy purchased)，所謂淨發電量係指發電廠發電機所產生之電能，電力系統上屬於公司發電廠之輸出電能(廠毛發電量 - 廠內用電)；所謂購電量指電力系統

上不屬於公司發電廠之輸出電能，係由公司購入之度數。單位為度(KWH)。

### 3.售電量(Energy Sales)：

公司售出之電量，為各用戶使用電力量之總和，其種類可分為電燈及電力，電燈係指包燈、表燈、臨時用電燈、事業用電燈、工程用電燈及追償私設電燈；電力係指低壓電力、工程用電力及追償私設電力；在統計上尚有軍方用電、軍眷用電、各種工業別用電及路燈用電等。其單位為度(KWH)。

### 4.用戶數(Number of Customers)：

係指與公司契約供電之戶數，其範圍與售電量相同，但臨時用電、事業用電、工程用電、追償私設電度部份在統計上不計。其單位為戶(Customers)。

### 5.輸電線路迴長(Circuit Length of Transmission Lines)：

輸送電力之線路稱謂輸電線路，它包括連接大發電廠與超高壓變電所及超高壓變電所與超高壓變電所間之345KV線路(稱之為超高壓輸電線 EHV Transmission Line)；連絡發電廠與一次變電所及一次變電所與一次變電所間之161KV線路(稱之為一次輸電線 Primary Transmission Line)；連絡發電廠間與二次變電所及二次變電所與二次變電所間之69KV線路(稱之為二次輸電線 Sub-transmission Line)等。其單位為公里(KM)。

### 6.配電線路迴長(Circuit Length of Distribution Lines)：

輸送電力之線路，電壓為22.8KV以下之線路稱之為配電線(Distribution Line)，即連絡二次變電所與用戶間之線路。其單位為公里(KM)。

### 3.3 資料蒐集與準備

由於預測模式之建構是以資料為基礎的量化分析方式，所以在真正進行任何分析工作之前，須對組織內部各種與人力相關之投入及產出資料進行蒐集與調查。

在台電公司人力供給方面，本研究使用台電公司人事處所編製統計年報，從民國 86 年至民國 90 年底，各年度員工總人數之數據，來做為供給面之灰色預測原始資料，如表 3.1。在台電公司人力需求方面，本研究使用台電公司業務處、發電處等單位所提供之統計年報，從民國 86 年至民國 90 年底，各年度裝置容量總台數、發電總度數、售電總度數、用戶總數、輸電線路迴長總公里數與配電線路迴長總公里數等之數據，來做為需求面之灰色預測原始資料，如表 3.2。

本研究在取得原始資料之後，將各年度員工總人數、裝置容量、發電總度數、售電總度數、用戶總數、輸電線路迴長與配電線路迴長等資料分別代入本章第四節介紹之(3.14)式、(3.15)式、(3.16)式、(3.17)式、(3.18)式、(3.19)式，即可得到當年度之生產力，如表 3.2。

表 3.1 民國 86 至 90 年業務量統計表

業務量 年度	員工總 人數 (人)	裝置容量 (萬仟瓦)	發電量 (億度)	售電量 (億度)	用戶數 (萬戶)	輸電線 路迴長 (回線公 里)	配電線 路迴長 (回線公 里)
民國 86 年	29694	2573.5	1322.5	1183.0	982.1	12672	233979
民國 87 年	28992	2668.0	1429.6	1281.3	1010.0	12813	244872
民國 88 年	28284	2848.0	1457.6	1317.3	1037.0	13023	257684
民國 89 年	27864	2963.4	1565.1	1424.1	1058.6	13615	266926
民國 90 年	27640	3013.6	1580.6	1436.0	1074.6	13924	274466

資料來源：台電公司企劃處編製「統計年報」(民 90)

86 表 3.2 民國至 90 年生產力統計表

業務量 年度	員工總 人數 (人)	裝置容量 生產力 (仟瓦)	發電量 生產力 (千度)	售電量 生產力 (千度)	用戶數 生產力 (戶)	輸電線 路迴長 生產力 (公里)	配電線 路迴長 生產力 (公里)
民國 86 年	29694	867	4454	3984	331	0.4268	7.8796
民國 87 年	28992	920	4931	4419	348	0.4419	8.4461
民國 88 年	28284	1007	5153	4657	367	0.4604	9.1105
民國 89 年	27864	1064	5617	5111	380	0.4886	9.8502
民國 90 年	27640	1090	5718	5195	389	0.5038	9.9300

資料來源：台電公司企劃處編製「統計年報」(民 90)

資料蒐集完成後，本研究將以員工人數、裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長與配電線路迴長等，使用灰色預測 GM(1,1) 模式分別預測 12 年後之人力供給量及人力需求量。再利用灰色關聯分析法 GM(1,N) 模式進行關聯分析，求得員工總人數與諸相關變數之間的關聯程度。

### 3.4 研究分析方法

預測技術的應用在決策過程中，因其能有效提供精確的前瞻資訊，是以對決策者而言，一直是個重要的輔助工具，直至目前為止，已有許多預測方法被發展出來；這些方法包括傳統的統計分析工具與較新穎的人工智慧技術。而通常傳統的統計預測方法(如迴歸分析與時間數列分析)會被運用來處理一致性的預測問題，但由於其預測模式在建構的過程中常須要許多理論上嚴格的基本假設及限制，使得使用者在應用的階段上常無法滿足這些基本假設與限制。故本研究捨傳統的

統計預測方法而採灰色理論系統建構出人力需求預測模式。

### 3.4.1 灰色系統理論模型

本研究對象台電公司，依據電業法規定台電公司係經營綜合電業的事業，由於電力事業特性不同於一般產業，且其組織系統、業務種類至為繁雜，人力之問題盤根錯節，而且其成因更是相當錯綜複雜，人為因素無法掌握，法令規章多如牛毛，使得人力需求問題時常處於一個資訊不充分的灰色系統中，許多研究方法便因此產生了使用上的限制。灰色理論在資訊不充分之狀況下，仍然能根據已知資料來進行系統狀況之推估與研究。而台電公司於民國 86 年前後，在組織上受內、外環境之影響，使得員工總人數有明顯不同，台電公司為配合政府實施電力事業自由化政策，自民國 86 年起，在組織上已漸次進行調整與改革，較符合本研究之目的，致使本研究所採用的原始數據，只有五年的資料。所以本研究採用灰色預測方法做為預測台電公司人力需求之數量方法，即擬運用資料庫管理之觀念，將 GM(1,1) 模式建構程序電腦化，以便求得預測之人力配置數據。

台電公司之人力供需是一個擁有眾多自變數的複雜問題，影響因素不但紛雜而且透明度低，使得此一人力問題處於只有部分資訊已知的灰色系統內，因此較為適合使用灰色預測來進行分析。灰色預測是根據系統內已知的數據來建立模型，並對系統未來的發展趨勢進行預測，屬於尋找數據本身規律並以之預測的方法(吳漢雄等，民 85)。本研究採用最近五個年度之原始資料，正好符合灰色預測只需少數樣本、預測結果精準、不需考慮許多關聯因素等優點。所以，本文將依據人力規劃理論模式及運用灰色理論系統，建構出人力需求預測模式，進而預估台電公司人力供給量與需求量發展趨勢。

本研究使用數列一階線性動態灰色模式 GM(1,1) 作為建模與預測

之用，並使用灰色關聯模式 GM(1,N)探討各因子的灰色關聯度，過程分述如下(鄧聚龍等，民 89)：

(一)GM(1,1)模型：

GM(1,1) 模型之一階微分方程式為：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (3.1)$$

式中  $x^{(1)}$  為  $x^{(0)}$  之一次累加生成數列，而  $x^{(0)}$  為原始數列， $t$  為系統之自變數， $a$ 、 $b$  為模型之待定參數。(3.1)式可改寫成灰差分方程式的型態如下：

$$x^{(0)}(k) = -az^{(1)}(k) + b, \quad k \geq 2 \text{ 且為正整數} \quad (3.2)$$

其中， $z^{(1)}(k) = \alpha x^{(1)}(k) + \beta x^{(1)}(k-1)$ ， $\alpha + \beta = 1$ ，通常取  $\alpha = \beta = 0.5$

假設原始數列如下所示，

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (3.3)$$

灰色系統在建模時，需先對原始數列作一次累加生成(Accumulated Generating Operation, 簡稱 AGO)，做為提供建模中間信息，以弱化原數列的隨機性(鄧聚龍，民 85)。

我們定義  $x^{(1)}$  為  $x^{(0)}$  的一次 AGO 序列，即

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)) \quad (3.4)$$

$$= \left( \sum_{k=1}^1 x^{(0)}(k), \sum_{k=1}^2 x^{(0)}(k), \dots, \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k) \right)$$

$$\text{令 } \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}, \mathbf{B} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{得到 } \mathbf{y}_n = \mathbf{B}\hat{\mathbf{a}} \quad (3.5)$$

由(3.1)、(3.4)式及最小平方法，求得係數 $\hat{\mathbf{a}}$ 為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{y}_n \quad (3.6)$$

將所求得係數 $\hat{\mathbf{a}}$ 代入微分方程式，求解(3.1)式後可得近似解為：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (3.7)$$

其中 $\hat{x}^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$ ，將(3.7)式所得到的數列做一次累減生成(Inverse AGO, 簡稱 IAGO)，可求得還原後之預測模式，如(3.8)式所示：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-a(k-1)} (1 - e^{-a}) \quad , \quad \text{而 } k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.8)$$

得還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n))$$

經過上述生成及模型後，需進一步進行殘差檢驗，以瞭解預測值和實際值間之殘差 $e(k)$ 。本研究使用殘差檢驗法，根據實際值與預測值做殘差值比較，公式如下：

$$e(k) = \left| \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\%, (k = 2, 3, \dots, n) \quad (3.9)$$

精確度為  $1 - e(k)$ ，若平均精確度大於 90%，則此模式之預測效能良好(吳漢雄等，民 85)。

(二)GM(1,N)模型：

本研究使用灰色關聯系統理論中之 GM(1,N)模型，介紹如下(張偉哲等，民 89)：

令  $X = \{x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_N^{(0)}\}$  為原始序列集，

$x_i^{(0)} = \{x_i^{(0)}(1), x_i^{(0)}(2), \dots, x_i^{(0)}(n)\}$ ，而  $i = 1, 2, \dots, N$  為第  $i$  個原始序列

則 GM(1,N)模型之灰微分方程式為

$$\frac{dx_1^{(1)}}{dt} + ax_1^{(1)} = \sum_{i=2}^N b_i x_i^{(1)}(k)$$

故 GM(1,N)模型為

$$x_1^{(0)}(k) + az_1^{(1)}(k) = \sum_{i=2}^N b_i x_i^{(1)}(k), k = 2, 3, \dots, n$$

在序列

$$x_i^{(0)}(k) \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \text{ 中，}$$

$x_1^{(0)}(k)$  為系統主要行為，而  $x_i^{(0)}(k) \quad i = 2, 3, 4, \dots, N$  為影響主要行為之因子(稱為子因子)，則可以利用 GM(1,N)模型做分析，其步驟如下：

步驟 1: 建立原始序列 (3.10)

$$\begin{aligned} x_1^{(0)} &= \{x_1^{(0)}(1), x_1^{(0)}(2), \dots, x_1^{(0)}(n)\} \\ x_2^{(0)} &= \{x_2^{(0)}(1), x_2^{(0)}(2), \dots, x_2^{(0)}(n)\} \\ x_3^{(0)} &= \{x_3^{(0)}(1), x_3^{(0)}(2), \dots, x_3^{(0)}(n)\} \\ &\dots\dots\dots \\ x_N^{(0)} &= \{x_N^{(0)}(1), x_N^{(0)}(2), \dots, x_N^{(0)}(n)\} \end{aligned}$$

步驟2: 建立 AGO 序列 (3.11)

$$\begin{aligned}
 x_1^{(1)} &= \{x_1^{(1)}(1), x_1^{(1)}(2), \dots, x_1^{(1)}(n)\} \\
 x_2^{(1)} &= \{x_2^{(1)}(1), x_2^{(1)}(2), \dots, x_2^{(1)}(n)\} \\
 x_3^{(1)} &= \{x_3^{(1)}(1), x_3^{(1)}(2), \dots, x_3^{(1)}(n)\} \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_N^{(1)} &= \{x_N^{(1)}(1), x_N^{(1)}(2), \dots, x_N^{(1)}(n)\}
 \end{aligned}$$

步驟3: 寫出標準型式

根據 GM(1,N) 的型式，將 AGO 後之序列組合成

$$x_1^{(0)}(k) + az_1^{(1)}(k) = \sum_{i=2}^N b_i x_i^{(1)}(k) \quad (3.12)$$

其中

$$z_1^{(1)}(k) = 0.5x_1^{(1)}(k) + 0.5x_1^{(1)}(k-1) \quad k \geq 2$$

步驟4: 求解

利用上述標準型式，代入各個生成後之數值，可以得到

$$\begin{aligned}
 x_1^{(0)}(2) + az_1^{(1)}(2) &= b_2 x_2^{(1)}(2) + \dots + b_N x_N^{(1)}(2) \\
 x_1^{(0)}(3) + az_1^{(1)}(3) &= b_2 x_2^{(1)}(3) + \dots + b_N x_N^{(1)}(3) \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_1^{(0)}(n) + az_1^{(1)}(n) &= b_2 x_2^{(1)}(n) + \dots + b_N x_N^{(1)}(n)
 \end{aligned}$$

在將上述之方程組轉成矩陣的型式如下：

$$\begin{bmatrix} x_1^{(0)}(2) \\ x_1^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x_1^{(0)}(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -z_1^{(1)}(2) & x_2^{(1)}(2) & \dots & x_N^{(1)}(2) \\ -z_1^{(1)}(3) & x_2^{(1)}(3) & \dots & x_N^{(1)}(3) \\ \vdots & \dots & \dots & \dots \\ -z_1^{(1)}(n) & x_2^{(1)}(n) & \dots & x_N^{(1)}(n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b_2 \\ \vdots \\ b_N \end{bmatrix}$$

根據最小平方法則，令

$$\mathbf{Y}_N = \begin{bmatrix} x_1^{(0)}(2) \\ x_1^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x_1^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \mathbf{B} = \begin{bmatrix} -z_1^{(1)}(2) & x_2^{(1)}(2) & \dots & x_N^{(1)}(2) \\ -z_1^{(1)}(3) & x_2^{(1)}(3) & \dots & x_N^{(1)}(3) \\ \vdots & \dots & \dots & \dots \\ -z_1^{(1)}(n) & x_2^{(1)}(n) & \dots & x_N^{(1)}(n) \end{bmatrix}, \hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b_2 \\ \vdots \\ b_N \end{bmatrix}$$

$$\text{可解出 } \hat{\mathbf{a}} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{Y}_N \quad (3.13)$$

而求出主行為因子和各個子因子之間的關係。對於 GM(1,N)模型而言，由結果可以得知是做系統的輸出與輸入之綜合研究。除此之外，也可以了解系統中各個環節的發展變化。因此在 GM(1,N)模型中的各個子因子之間的關係，也可以視為是對系統做灰色關聯分析，是關聯分析的一種方式。

使用  $\hat{\mathbf{a}} = (\mathbf{B}^T \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{Y}_N$  的矩陣運算， $b_2, b_3 \dots b_N$  絕對值的大小即可代表序列  $X_2, X_3, \dots X_n$  和  $X_1$  之灰關聯性大小（吳漢雄等，民 85）。

### 3.4.2 生產力(Productivity)指標分析

生產力可以判定資源使用效率及降低成本，因此生產力大小一直為企業經營者所關心，同時也是反應企業經營績效之重要指標。此乃採用生產力來評估人力需求之理由(台灣電力公司企劃處，民 90)。經濟學者認為，生產力是指在一定期間內每一單位勞動投入的產量。若以 Y 代表業務總量，以 L 代表總勞動投入(員工人數)，則勞動生產力設定為 y，即為： $y = Y/L$ 。換言之，生產力係指產出對應於一個或多個投入的一種比率(張清溪等，民 82)。

由於生產力係指產出與投入之一種比率。如果投入為單一投入，此比率為單一要素生產力。就單一要素生產力而言，一般多偏向勞動生產力之探討，因此就單一要素生產力而言，勞動生產力亦為評估生產力之指標，下列介紹勞動生產力指標，每個指標雖有不同的含義，但基本上，勞動生產力愈高表示經營效率也愈高(台灣電力公司企劃處，民 90)。

1. 每位員工年平均裝置容量：測定年平均每位員工之裝置容量有多少。

計算式：年裝置容量÷年員工人數=當年度之平均裝置容量(3.14)

2.每位員工年平均發電量：測定年平均每位員工可發多少電力。

計算式：年發電度數÷年員工人數=當年度之平均發電量 (3.15)

3.每位員工年平均售電量：測定年平均每位員工所貢獻的售電度數

計算式：年售電度數÷年員工人數=當年度之平均售電量 (3.16)

4.每位員工年平均用戶數：測定年平均每位員工所服務用戶戶數

計算式：年用戶數÷年員工人數=當年度之平均用戶數 (3.17)

5.每位員工年平均輸電線路迴長：測定年平均每位員工之輸電線路迴長

計算式：年輸電線路迴長÷年員工人數=當年度之平均輸電線路迴長 (3.18)

6.每位員工年平均配電線路迴長：測定年平均每位員工之配電線路迴長

計算式：年配電線路迴長÷年員工人數=當年度之平均配電線路迴長 (3.19)

7.當年度之人力需求量與上述之裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長、配電線路迴長等均有關係。故人力需求量是裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長與配電線路迴長之函數。(3.20)

### 3.4.3 人力供需平衡分析

在進行灰色預測之後，將所得民國 92 年至 102 年之年裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長與配電線路迴長等數據代入(3.19)式得到各年度人力需求量，再與各年度人力供給量進行平衡比

較，以了解民國 92 年至 102 年人力供需狀況。同時就國際電業公司生產力之比較，進行人力效率之評估，並提出人力政策方向。

### 3.5 研究限制與範圍

本研究受人力及物力的限制，僅就台電公司所屬各單位現有人力作為預測對象。本研究之重點，係從人力規劃理論文獻及實務上有關人力需求預測方法，經預試分析而確認最適人力需求預測模式，著重在人力數量方面的分析，至於影響人力規劃之人力結構分析，如年齡結構分析、年資結構分析、學歷結構分析、職位結構分析等，並非本文主要研究課題，對此僅作敘述性分析與探討。

## 第四章 結果與分析

本研究進一步地處理蒐集之數據，首先就組織環境現況進行分析，再採用 GM(1,1)、GM(1,N)模式進行灰色預測、灰關聯分析，經由資料分析，得到民國 91 至 102 年台電公司人力供給量與需求量之預測，以做為結論與建議之依據。

### 4.1 組織環境現況分析

由於現行人力結構是組織內在環境因素與組織外在環境因素兩者交相影響下之產物。依據圖 3.1 所示，在預測人力時，必須先考慮組織內在環境因素、組織外在環境因素及現行人力結構。

#### 1.組織外在環境因素的影響及考慮

##### (1)政治環境因素

由於政府政策之制定不但對經濟成長有所裨益，而且也創造了許多就業機會。所以政治環境改變，對人力結構之影響，則視政府政策而定。目前國內政治穩定、政府運作正常，且台電公司組織均在穩定、既定制度之下正常運作，短期間在影響台電公司人力結構方面，變化不大。

##### (2)經濟環境因素

經濟環境變化因素包括經濟景氣的變化及產業結構的轉變。目前國內受政治社會環境快速變遷的衝擊，造成國內產業競爭力衰退、出口成長大幅降低、投資環境惡化、產業外移、投資成長緩慢、工業生產停滯，加上國際不景氣的影響，致使經濟成長率逐漸下滑，有學者稱這些房地產蕭條、民間投資停滯、經濟成長衰退的現象為泡沫經濟，對於這些經濟不振的現象，學者普遍認為是受到非經濟因素影響似乎較大，這些非經濟因

素，包括勞資爭議、環保抗爭、治安惡化、行政效率低落、金錢暴力介入公共建設及選舉等，被認為與投資意願不振及經濟成長率下降間有重大關係(徐昀，民 90)。目前國內經濟緩慢成長，用電需求之增加幅度比預期增加幅度減少，剛好能彌補長期備載容量的不足，亦即在台電公司目前評估規劃範圍之內。但台電公司則為因應未來經濟自由化及電業自由化之腳步，除保持目前人力結構及員額外，本身亦正進行各項改變之準備。

### (3) 社會環境因素

在這知識經濟的時代裡，人類社會不僅是邁向高科技趨勢發展，而且亦是注重多元文化相互交融的地球村社會，對其人力規劃及人力預測的影響是多元的與全面的。在國內的社會環境方面，由於國內的政治民主，而形成社會價值觀的多元化、多樣化。政治民主化後，在民意高漲之下，使台電公司各項工程土地之取得及應用遭受長期的環保抗爭，致使業務之推展落後，人力資源嚴重浪費，故影響人力結構至鉅。

### (4) 法令變遷因素

電業自由化及民營化之相關立法工作，已於日前完成一讀通過電業法修正案，將來台電公司可能繼續經營綜合電力事業，且仍維持為公用事業，故民營化後之人力結構將不會產生至鉅之影響。民營化對台電公司員工最大的衝擊是心理面，此等衝擊可視為心理建設。以目前情況而言，經台電公司逐漸進行溝通說明後，對人力結構未必為負面的影響。

### (5) 科技變遷因素

科技變遷一日千里，尤其電腦科技及網際網路發展，對溝通及作業效能之提升都有甚大影響。對此，台電公司在作業程序

及人力配置上必需作必要之調整。

## 2.組織內在環境因素的影響及考慮

台電公司目前仍屬國營事業，故在體制上、組織型態上或人事制度上均必須受政府法令規章之限制，因而有其人力結構之特質。且其員工之價值觀傾向於負責盡職，奉命行事，不求創新，只求勝任，造成在組織內保持現狀下之人力結構。

### 4.2 人力結構比例分析

影響人力數量多寡的因素很多，探討過影響台電公司人力結構的外在因素、內在因素後，將進一步了解，在各種因素影響下，台電公司現行人力結構的現況，以便做問題分析的基礎。在員工個人特性方面包括員工教育程度/素質、年齡層大小、服務年資等因素。茲就現行人力結構之比例，分述如下：

#### 1.年齡結構分析

就年齡結構分析，可以看出整體組織人力結構之現象，一般而言，年齡結構高，可代表成員工作經驗豐富，較適任於管理或是領導階層，而年齡結構偏低，則其代表成員經驗較少，體能狀況較佳，適於接受挑戰與基層勞力而危險的工作，年齡是衡量個人能力的尺度，年齡增加乃表示由經驗而獲得的知識也增加，但從另一方面言，年齡的增加則顯示吸收新知識的彈性降低了(高木財，民 85)。

分析員工的年齡結構，在總體方面可按年齡組別(如 20-29 歲、30-39 歲)，統計整體產業或全公司人員的年齡分配情形，並進而求出全公司的平均年齡，以發現人員的年齡結構是否有老化現象；在個體方面，可按工作人員的性質，分別分析其年齡結構，以供人力規劃之參考(黃英忠，民 86)。在一個需不斷求新求變的

企業組織內，當員工平均年齡如超過四十歲，將可能難以因應環境變化的需要，為保持企業的活力，企業理想的年齡分配應為三角形的金字塔，頂端代表退休年齡(六十歲至六十五歲)的人數，底端代表就業年齡(十八歲至二十二歲)的人數(吳靄書，民 81)。茲將台電公司之年齡結構，列表 4.1、表 4.2 如下：

表 4.1 台電公司之年齡結構分析表(一)

年齡	員工別 人數	合 計				
		技 術	業 務	管 理	小 計	%
19 歲以下		7	0	1	8	0
20~24 歲		176	9	20	205	0.7
25~29 歲		1316	26	105	1447	5.2
30~34 歲		1592	75	107	1774	6.4
35~39 歲		2386	199	331	2916	10.5
40~44 歲		3586	410	632	4628	16.7
45~49 歲		5997	685	860	7542	27.3
50~54 歲		3857	589	772	5218	18.9
55~59 歲		2017	362	592	2971	10.7
60~64 歲		506	160	265	931	3.4
合計		21440	2515	3685	27640	100.0
平均年齡		44.7	48.3	47.9	45.5	

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

表 4.2 台電公司之年齡結構分析表(二)

年齡	19 歲 以下	20-24 歲	25-29 歲	30-34 歲	35-39 歲	40-44 歲	45-49 歲	50-54 歲	55-59 歲	60-64 歲	總計
人數	8	205	1447	1774	2916	4628	7542	5218	2971	931	27640
百分比	0.02	0.74	5.24	6.42	10.55	16.74	27.29	18.88	10.75	3.37	100

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

根據表 4.1 及表 4.2 之資料顯示台電公司的年齡結構比例分配為頂端代表退休年齡的人數偏高，底端代表就業年齡的人數偏低，中間中青年齡的人數太高。台電公司面臨自由化與民營化壓力，必

需提昇競爭力，加強競爭的優勢力。然而，任何組織之能具有競爭優勢，其優勢之核心在於產品及服務之創新，而創新之動力與來源，則在於組織之中青年代。故台電公司 34 歲以下者 3434 人 (12.42%)，顯然人數偏低，尤其是管理與業務人員，如此可能對台電公司在創新上造成瓶頸問題。

根據表 4.1 及表 4.2 之資料顯示台電公司的平均年齡高達 45.5 歲，且有 14.1% 的人已接近退休，以現代企業員工年齡趨勢而言似乎已存在老化問題。台電公司面臨自由化與民營化壓力，將可能難以因應環境變化的需要，為保持企業的活力，在人力運用政策與退休制度上應作適度調整，否則老化問題將日益嚴重。

## 2. 年資結構分析

分析員工的年資結構，在總體方面可按年資組別(如 1-5 年、6-10 年)，統計整體產業或全公司人員的年資分配情形，並進而求出全公司的平均年資；在個體方面，可按工作人員的性質，分別分析其年資結構，以供人力規劃之參考。台電公司之年資結構，茲列表 4.3、表 4.4 如下：

表 4.3 台電公司之年資結構分析表(一)

年資	未滿 1 年	1-5 年	6-10 年	11-15 年	16-20 年	21-25 年	26-30 年	31-35 年	36-40 年	41-45 年	46 年 以上	總計
人數	396	1177	1318	3363	2105	8633	5214	3599	1264	558	13	27640
百分比	1.43	4.26	4.77	12.17	7.62	31.23	18.86	13.02	4.57	2.02	0.05	100

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

表 4.4 台電公司之年資結構分析表(二)

年齡 員工別 人數	合 計				%
	技 術	業 務	管 理	小 計	
未滿一年	340	18	38	396	1.4
1~5 年	994	34	149	1177	4.3
6~10 年	1152	42	124	1318	5.3
11~15 年	2965	173	225	3363	12.2
16~20 年	1381	229	495	2105	17.8
21~25 年	6754	760	1119	8633	31.2
26~30 年	4151	485	574	5214	18.9
31~35 年	2629	463	507	3599	13.0
36~40 歲	768	195	301	1264	4.6
41~45 歲	300	110	148	558	2.0
46 年以上	6	2	5	13	0.0
合計	21440	2515	3685	27640	100.0
平均年資	22.2	26.0	24.3	22.8	

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

根據表 4.3 及表 4.4 之年資結構比例資料，顯示台電公司的員工平均服務年資為 22.8 年，員工年資在 15 年(22.6%，6254 人)以下偏低，年資在 15 年(77.4%，21387 人)以上偏高。由於年資 15 以下人數過少，在專業及技術的累積上，可能無法充分傳承高年資員工之專業及技術；反之，年資 15 以上人數過多，大部分員工在工作上多已失去對工作之激勵力，凡事以守成不變之態度處理，缺乏了前瞻性與效能性。對此，台電公司應仿效智庫觀念，建立智慧資本制度。

### 3. 學歷結構分析

人力素質分析即分析現有組織工作人員的教育程度(或工作知識)和工作能力的程度，任何組織都希望能提高工作人員的素質，才能增加工作效率，進而提高生產力，以期能對組織作更大的貢獻(黃英忠，民 86)。因人力素質在工作知識及工作能力的取得不易，因此一般皆以學歷或職業證照為依據來分析，故本項分析將以學

歷為基礎。台電公司之年資結構，茲列表 4.5 如下：

表 4.5 台電公司教育程度結構分析

教育程度	博士	碩士	大學	專科	高中	國中	其他	總計
人數	50	1078	4707	10039	9994	1145	627	27640
百分比	0.18	3.90	17.03	36.32	36.16	4.14	2.27	100

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

根據表 4.5 之學歷結構比例資料，顯示台電公司員工的學歷，在高中以下人員偏高，在這知識經濟時代裡，部分人員學歷偏低，可能造成共識瓶頸問題。在企業快速成長發展過程中，若無法達成共識，則將喪失掌握利基之機會。再者，自動化與電腦化等科技日益進步，員工如無法掌握這種知識經濟時代趨勢，將被社會淘汰。故台電公司對於這些學歷較低人員，應加強其在職訓練或鼓勵在職進修，建立終身學習觀念。

#### 4.職位結構分析

人力數量分析之重點在於探討現有的人力數量是否配合企業機構的業務量，也就是檢討現有人力配置，是否合乎一個機構在一定業務量內的標準人力配置。至於所謂人力類別分析，即經由人力類別分析，可以瞭解一個企業組織業務的重心所在，一般多元化企業所僱用的人員類別很多，若以工作的職能別區分，大致包括技術人員、業務人員及管理人員；若以工作的性質別區分，可以分為直接人員與間接人員兩種(黃英忠，民 86)。根據監督幅度原理，主管職位與非主管職位應有適當的比例，分析人力結構中主管職位與非主管職位，可以顯示組織中監督幅度的大小，以及部門與層次的多少，如果一個機構主管職位過多，乃表示該組織有欠合理，監督幅度太小，同時部門與層次太多，而且工作效率低、

工作程序繁雜(吳靄書，民 80)。本項探討將以「分類職位與評價職位」之區別加以分析。茲依分類職位及評價職位之職等分別列表 4.6 及表 4.7 如下：

表 4.6 90 年 12 月分類職等分佈一覽表

分類職等	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	未歸級	總計
人數	1	6	128	1290	1248	840	2731	2297	3365	384	1224	250	89	7	1020	14880
百分比	0.01	0.04	0.92	9.31	9.01	6.06	19.71	16.57	24.28	2.77	8.83	1.80	0.64	0.05	6.85	100

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

表 4.7 90 年 12 月評價職等分佈一覽表

評價職等	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	未歸級	總計
人數	0	0	213	106	54	987	2477	5865	399	2065	594	12760
百分比	0	0	1.75	0.87	0.45	8.11	20.36	48.21	3.28	16.97	4.66	100

資料來源：台電公司人事處編製之「人事統計要覽」(民 90)

根據表 4.6 及表 4.7 之職位結構比例資料，顯示台電公司之職位職等結構中，評價十工等以下及分類職位七職等以下人員之人數比例偏低(評價：11.1%，1360 人；分類：25.3%，3513 人)；十職等以上之人員明顯偏高(38.37%，5319 人)，前者表示基層技術人力不足，這些都是台電公司的基礎人力，無論是在管理專業上及技術專業上，假使台電公司這些基礎人力，將難以發揮企業活力；後者表示主管職位過多，該組織有欠合理，同時部門與層次太多，而且工作效率低、工作程序繁雜。

因分類職位人員與評價職位人員之比例，取決於部門的工作性質，這種失衡會造成管理及業務重於技術、間接人力多於直接人力等問題。無論是分類或評價職位人員，未歸級人數多達 1614 人(占 11.51%)，應妥善處理，否則容易形成冗員現象，浪費人力；或容易造

成勞資問題。

#### 4.3 人力供給分析

整個灰色人力預測系統是利用 Visual Basic 的軟體所設計的，主要功能分成兩大類，第一類是資料的輸入與我們所設計之演算法的執行，第二類則為實際值與預測值之關係圖。進入 GM(1,1)系統後可看到單一系統畫面，藉由系統畫面上的按鈕(Button)，便可以輕易執行系統上的任一功能，其運算流程見圖 4.1。每一個詳細的功能如下所示：

- 1.原始資料的輸入：這是一個提供將預先處理後的企業資訊系統所提供的資料，輸入到系統的一個界面。資料必須透過這個功能輸入後，才能進行下一步的預測。
- 2.樣本數的灰色預測模式：這個功能是執行固定樣本數的灰預測演算法，並將計算後所得的預測值顯示出來。首先我們必須先選擇一個樣本數值，然後按下開始計算的執行按鈕，系統便會依據我們輸入的樣本數值，進行資料庫中選取指定的樣本數，然後進行灰色預測計算，最後將結果顯示在預測值的欄位。

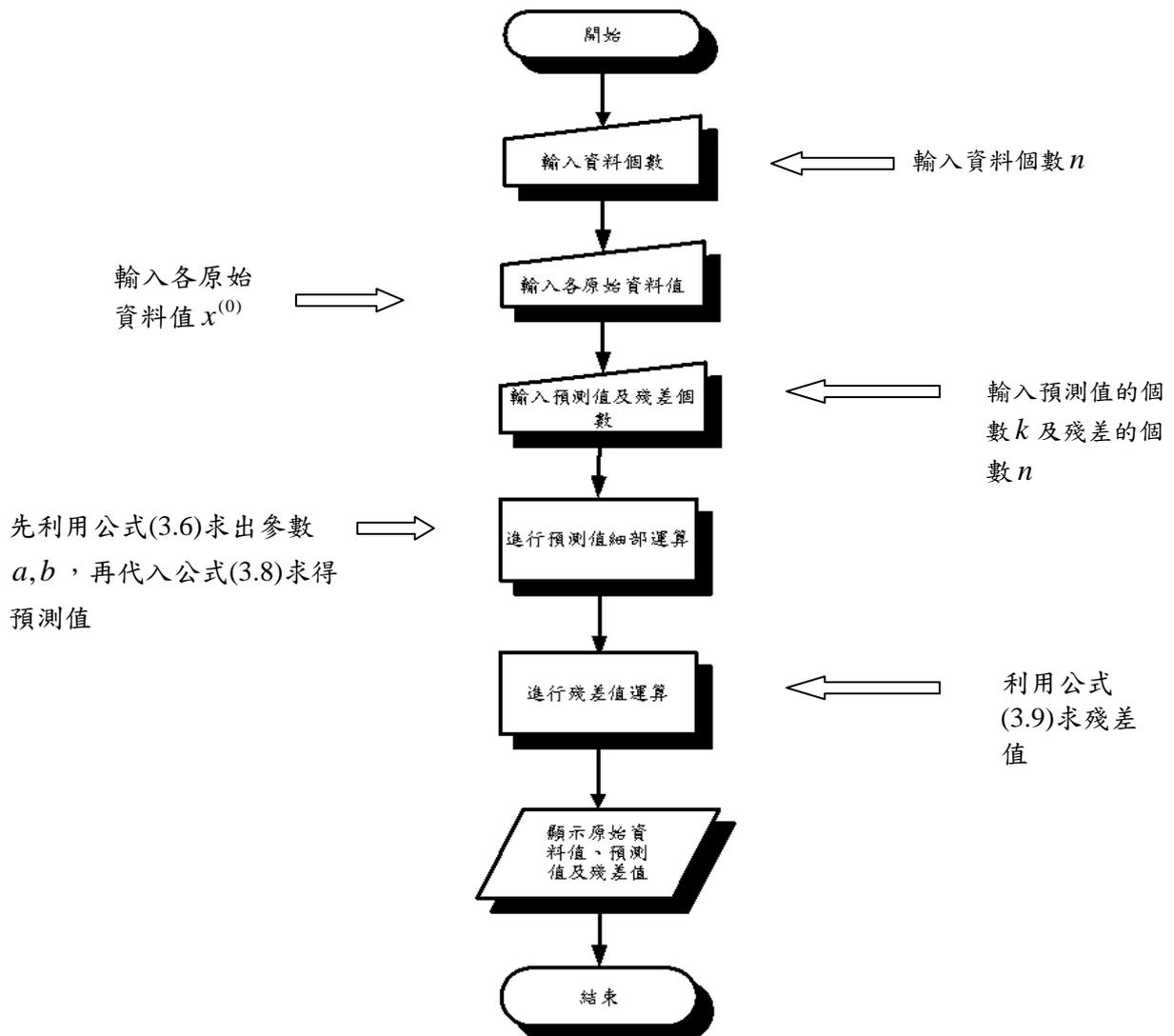


圖 4.1 灰色人力預測系統流程圖

根據表 3.1 之員工人數資料，使用 GM(1,1)模式預測民國 91 至 102 年每年員工人數，得到民國 91 至 102 年員工人力供給量分別為 27089、26661、26239、25825、25417、25015、24620、24231、23848、23471、23100 與 22735 人。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (29694, 28992, 28284, 27864, 27640)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為

$$x^{(1)} = (29694, 58686, 86970, 11484, 142474)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -44190 & 1 \\ -72828 & 1 \\ -100902 & 1 \\ -128654 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 28992 \\ 28284 \\ 27864 \\ 27640 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.015929 \\ 29575.16 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.015929}) \left[ 29694 - \frac{29575.16}{-0.015929} \right] e^{-1 \times (-0.015929) \times (k-1)} \quad (4.1)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年員工人數之預測值，分別為 29335, 28871, 28415, 27966 與 27524 人，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (29335, 28871, 28415, 27966, 27524)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.8 及圖 4.2 所示。最大殘差為 1.2083%，

最小殘差為 0.36716%，平均殘差為 0.5747%，平均準確率為 99.508%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.1)式得民國 91 至 102 年每年員工人數(人力供給量)之預測值分別為 27089、26661、26239、25825、25417、25015、24620、24231、23848、23471、23100 與 22735 人，其年負成長率分別為 -1.58%、-1.57%、-1.57%、-1.58%、-1.57%、-1.57%、-1.58%、-1.58%、-1.58%、-1.58%、-1.58%、-1.58%，如表 4.9 所示。

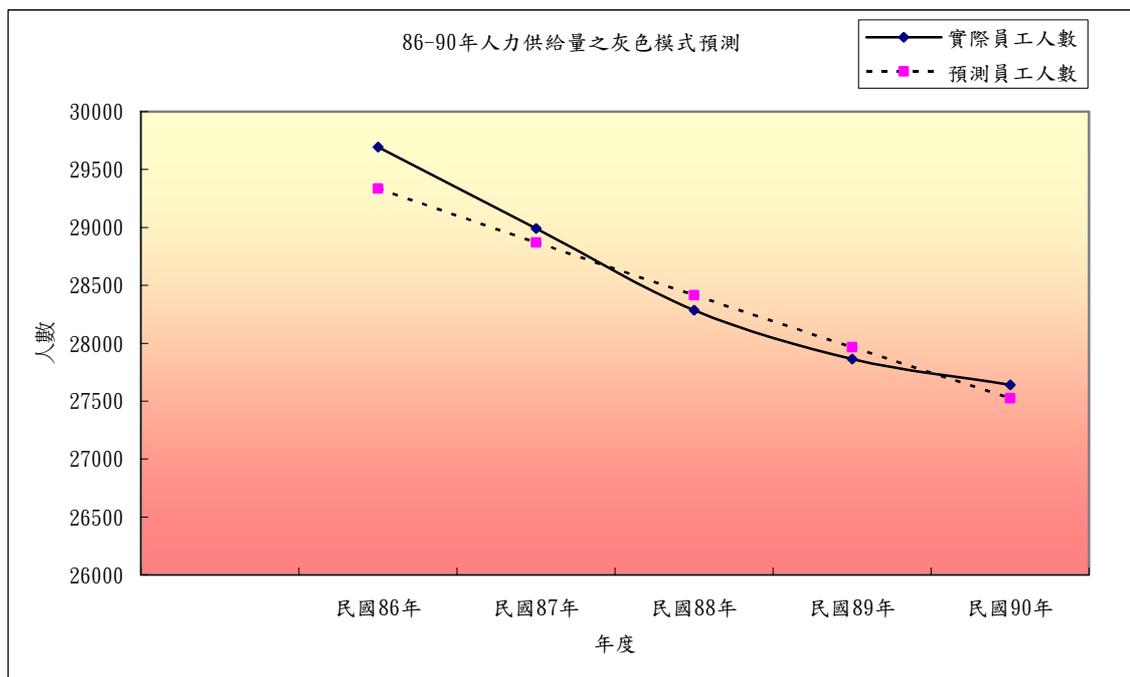


圖 4.2 86 年~90 年人力供給量之灰色模式預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.8 民國 86 至 90 年員工人數之預測值、實際值及殘差

年度	$k$ 值	實際員工人數 $x^{(0)}(k)$	預測員工人數 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	29694	29335	1.2083	98.792
民國 87 年	2	28992	28871	0.41528	99.995
民國 88 年	3	28284	28415	0.46439	99.536
民國 89 年	4	27864	27966	0.36716	99.633
民國 90 年	5	27640	27524	0.41837	99.582

表 4.9 民國 91 至 102 年員工人力供給量之預測值

年度	k 值	預測人力供給量( $\hat{x}^{(0)}(k)$ ) (人)	年成長率(%)
民國 91 年	6	27089	-1.99
民國 92 年	7	26661	-1.57
民國 93 年	8	26239	-1.57
民國 94 年	9	25825	-1.58
民國 95 年	10	25417	-1.57
民國 96 年	11	25015	-1.57
民國 97 年	12	24620	-1.58
民國 98 年	13	24231	-1.58
民國 99 年	14	23848	-1.58
民國 100 年	15	23471	-1.58
民國 101 年	16	23100	-1.58
民國 102 年	17	22735	-1.58

#### 4.4 生產力分析

##### 4.4.1 以裝置容量為基礎之生產力分析

根據表 3.2 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 888、938、991、1046、1105，並算出殘差與準確率如表 4.10。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 1168、1234、1303、1377、1455、1537、1623、1715、1812、1914、2022 與 2136 仟瓦，如表 4.11。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (867, 920, 1007, 1064, 1090)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (867, 1787, 2794, 3858, 4948)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -505 & 1 \\ -862.5 & 1 \\ -1236 & 1 \\ -1620.2 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 348 \\ 367 \\ 380 \\ 389 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.03645116 \\ 332.5077 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.05488197}) \left[ 867 - \frac{864.5706}{-0.05488197} \right] e^{-1 \times (-0.05488197) \times (k-1)} \quad (4.2)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 888、938、991、1046 與 1105 仟瓦，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (888, 938, 991, 1046, 1105)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.10 及圖 4.3 所示。最大殘差為 0.02373078%，最小殘差為 0.01418715%，平均殘差為 0.01799085%，平均準確率為 99.982%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.2)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 1168、1234、1303、1377、1455、1537、1623、1715、1812、1914、2022 與 2136 仟瓦，如表 4.11 所示。

表 4.11 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以裝置容量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (仟瓦)
民國 91 年	6	1168
民國 92 年	7	1234
民國 93 年	8	1303
民國 94 年	9	1377
民國 95 年	10	1455
民國 96 年	11	1537
民國 97 年	12	1623
民國 98 年	13	1715
民國 99 年	14	1812
民國 100 年	15	1914
民國 101 年	16	2022
民國 102 年	17	2136

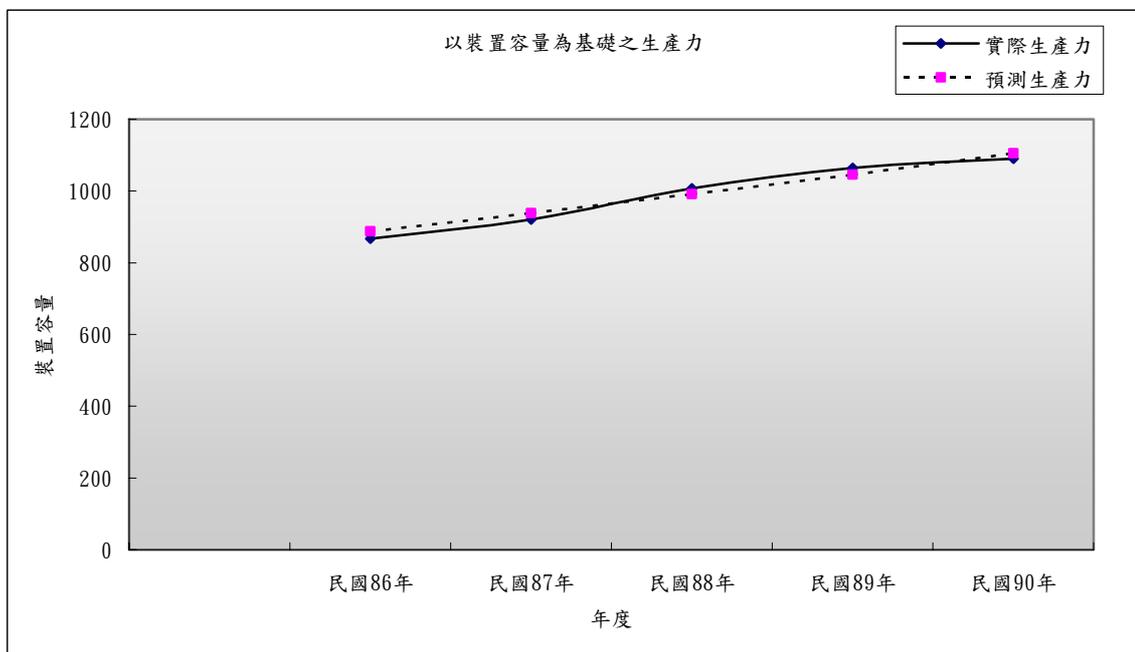


圖 4.3 86 年~90 年裝置容量生產力之灰色模式預測

表 4.10 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以裝置容量為基礎)

年度	k 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	867	888	0.02373078	99.976
民國 87 年	2	920	938	0.01918255	99.981
民國 88 年	3	1007	991	0.01633942	99.984
民國 89 年	4	1064	1046	0.01651437	99.983
民國 90 年	5	1090	1105	0.01418715	99.986

#### 4.4.2 以發電量為基礎之生產力分析

根據表 3.2 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 4687、4940、5206、5486、5782 千度，並算出殘差與準確率，如表 4.12。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 6094、6422、6768、7133、7517、7922、8349、8799、9273、9773、10299 與 10854 千度，如表 4.13。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (4454, 4931, 5153, 5617, 5718)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (4454, 9385, 14538, 20155, 25873)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -6919.5 & 1 \\ -11961.5 & 1 \\ -17346.5 & 1 \\ -23014 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 4931 \\ 5153 \\ 5617 \\ 5718 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.05248348 \\ 4577.447 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.05248348}) \left[ 4454 - \frac{4577.447}{-0.05248348} \right] e^{-1 \times (-0.05248348) \times (k-1)} \quad (4.3)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 4687, 4940, 5206, 5486 與 5782 千度，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (4687, 4940, 5206, 5486, 5782)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.12 及圖 4.4 所示。最大殘差為 0.05234257%，最小殘差為 0.001764487%，平均殘差為 0.01976486%，平均準確率為 98.980%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.3)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 6094、6422、6768、7133、7517、7922、8349、8799、9273、9773、10299 與 10854 千度，如表 4.13 所示。

表 4.12 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以發電量為基礎)

年度	$k$ 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	4454	4687	0.05234257	99.948
民國 87 年	2	4931	4940	0.00176448	99.998
民國 88 年	3	5153	5206	0.01026149	99.990
民國 89 年	4	5617	5486	0.02325747	99.977
民國 90 年	5	5718	5782	0.01119828	99.989

表 4.13 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以發電量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (千度)
民國 91 年	6	6094
民國 92 年	7	6422
民國 93 年	8	6768
民國 94 年	9	7133
民國 95 年	10	7517
民國 96 年	11	7922
民國 97 年	12	8349
民國 98 年	13	8799
民國 99 年	14	9273
民國 100 年	15	9773
民國 101 年	16	10299
民國 102 年	17	10854

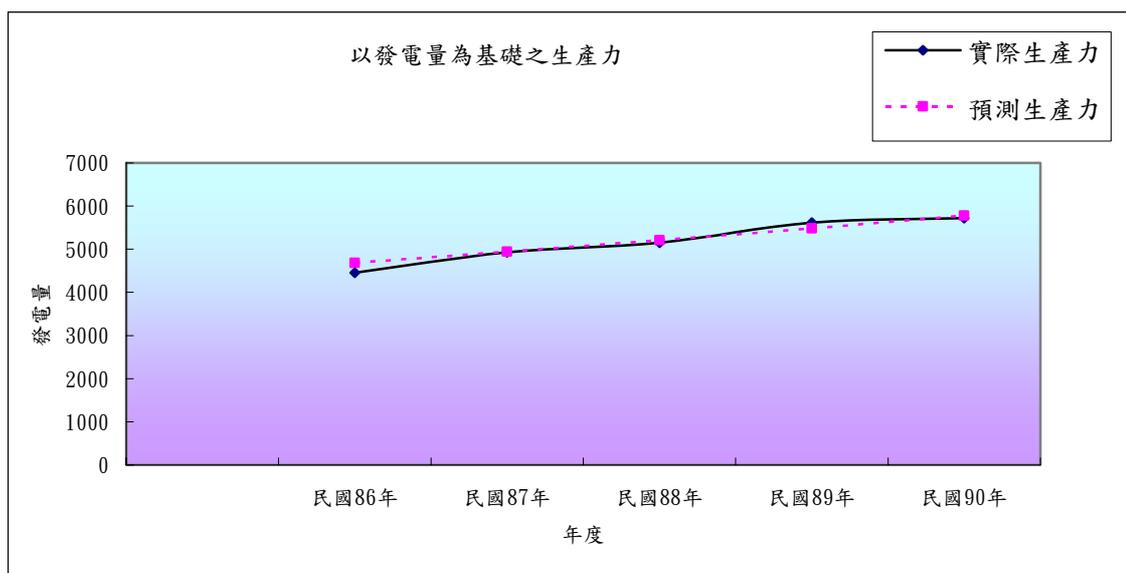


圖 4.4 86 年~90 年發電量生產力之灰色模式預測(實線：實際值/虛線：預測值)

#### 4.4.3 以售電量為基礎之生產力分析

根據表 3.2 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 4192、4438、4699、4974、5266 千度，並算出殘差與準確率，如表 4.14。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 5575、5902、6248、6615、7003、7413、7848、8309、8796、9312、

9858 與 10436 千度，如表 4.15。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (3984, 4419, 4657, 5111, 5195)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (3948, 8403, 13060, 18171, 23366)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -6193.5 & 1 \\ -10731.5 & 1 \\ -15615.5 & 1 \\ -20768.5 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 4419 \\ 4657 \\ 5111 \\ 5195 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.05700497 \\ 4085.777 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.05700497}) \left[ 3984 - \frac{4085.777}{-0.05700497} \right] e^{-1 \times (-0.05700497) \times (k-1)} \quad (4.4)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 4192, 4438, 4699, 4974 與 5266 千度，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (4192, 4438, 4699, 4974, 5266)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.14 及圖 4.5 所示。最大殘差為 0.05227416%，最小殘差為 0.00434094%，平均殘差為 0.02119279%，平均準確率為 99.979%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.4)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 5575、5902、6248、6615、7003、7413、7848、8309、8796、9312、9858 與 10436 千度，如表 4.15 所示。

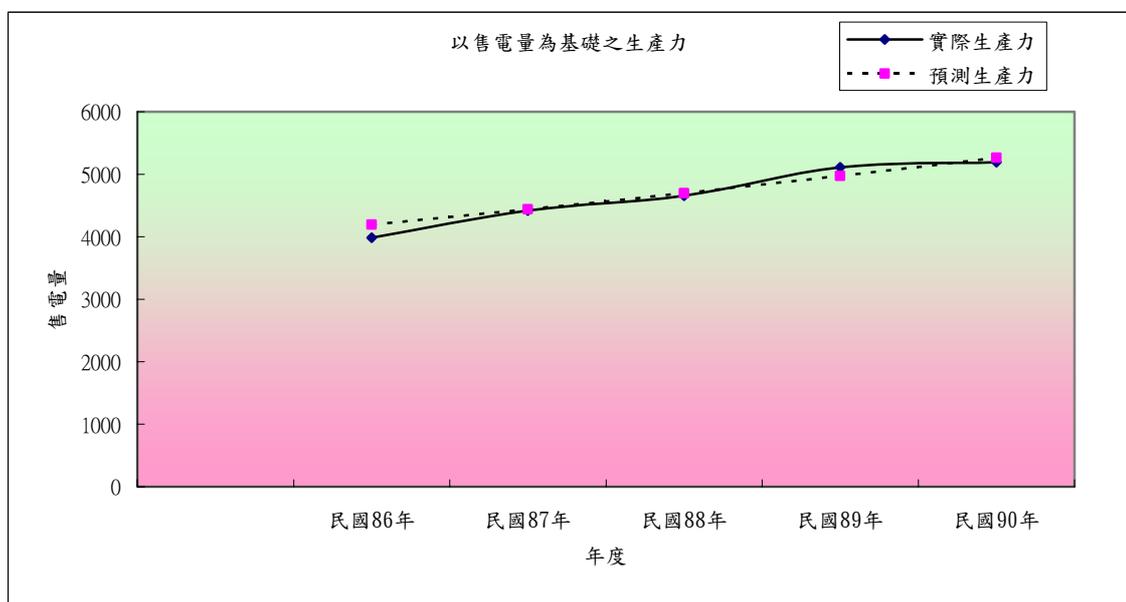


圖 4.5 86 年~90 年售電量生產力之灰色模式預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.14 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以售電量為基礎)

年度	$k$ 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	3984	4192	0.05227416	99.948
民國 87 年	2	4419	4438	0.00434094	99.996
民國 88 年	3	4657	4699	0.00891802	99.991
民國 89 年	4	5111	4974	0.02677522	99.973
民國 90 年	5	5195	5266	0.01365561	99.986

表 4.15 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以售電量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (千度)
民國 91 年	6	5575
民國 92 年	7	5902
民國 93 年	8	6248
民國 94 年	9	6615
民國 95 年	10	7003
民國 96 年	11	7413
民國 97 年	12	7848
民國 98 年	13	8309
民國 99 年	14	8796
民國 100 年	15	9312
民國 101 年	16	9858
民國 102 年	17	10436

#### 4.4.4 以用戶數為基礎之生產力分析

根據表 3.2 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 338、351、364、377、391 用戶數，並算出殘差與準確率，如表 4.16。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 406、421、437、453、470、487、505、524、543、563、584 與 606 用戶數，如表 4.17。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，得原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (331, 348, 367, 380, 389)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (331, 679, 1046, 1426, 1815)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -505 & 1 \\ -862.5 & 1 \\ -1236 & 1 \\ -1620.3 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 348 \\ 367 \\ 380 \\ 389 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.03645116 \\ 332.5077 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.03645116}) \left[ 331 - \frac{332.5077}{-0.03645116} \right] e^{-1 \times (-0.03645116) \times (k-1)} \quad (4.5)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 338, 351, 364, 377 與 391 戶，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (338, 351, 364, 377, 391)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.16 及圖 4.6 所示。最大殘差為 0.02226151%，最小殘差為 0.006381312%，平均殘差為 0.010402295%，平均準確率為 99.990%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.5)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 406、421、437、453、470、487、505、524、543、563、584 與 606 戶，如表 4.17 所示。

表 4.16 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以用戶數為基礎)

年度	$k$ 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	331	338	0.02226151	99.978
民國 87 年	2	348	351	0.008419694	99.992
民國 88 年	3	367	364	0.008289223	99.992
民國 89 年	4	380	377	0.006659738	99.993
民國 90 年	5	389	391	0.006381312	99.994

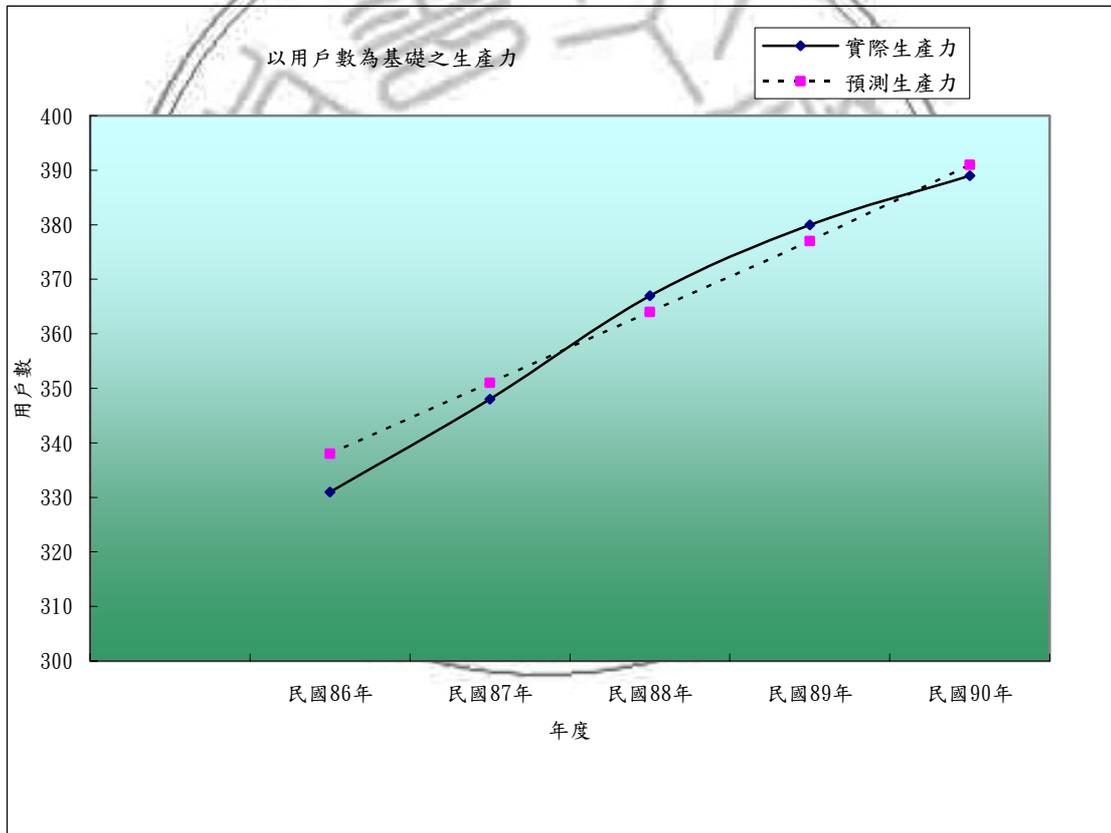


圖 4.6 86 年~90 年用戶數生產力之灰色模式預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.17 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以用戶數為基礎)

年度	k 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (戶)
民國 91 年	6	406
民國 92 年	7	421
民國 93 年	8	437
民國 94 年	9	453
民國 95 年	10	470
民國 96 年	11	487
民國 97 年	12	505
民國 98 年	13	524
民國 99 年	14	543
民國 100 年	15	563
民國 101 年	16	584
民國 102 年	17	606

#### 4.4.5 以輸電線路迴長為基礎之生產力分析

根據表 3.2 之資料以 GM(1,1)模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 0.4225、0.4420、0.4624、0.4837、0.5060 公里，並算出殘差與準確率，如表 4.18。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 0.5294073、0.5538158、0.5793497、0.6060609、0.6340036、0.6632345、0.6938133、0.7258018、0.7592652、0.7942714、0.8308917 與 0.8692002 公里，如表 4.19。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (0.4268, 0.4419, 0.4604, 0.4886, 0.5038)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (0.4268, 0.8687, 1.3291, 1.8176, 2.3214)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $B$  與常數項向量  $y_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -0.64775 & 1 \\ -1.0989 & 1 \\ -1.5734 & 1 \\ -2.0696 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 0.4419 \\ 0.4604 \\ 0.4886 \\ 0.5038 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.04507414 \\ 0.4129413 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.04507414}) \left[ 0.4268 - \frac{0.4129413}{-0.04507414} \right] e^{-1 \times (-0.04507414) \times (k-1)} \quad (4.6)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 0.4225、0.4420、0.4624、0.4837 與 0.5060 公里，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (0.4225836, 0.442067, 0.4624487, 0.4837701, 0.5060745)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.18 及圖 4.7 所示。最大殘差為 0.00988521%，最小殘差為 0.000377873%，平均殘差為 0.00582135%，平均準確率為 99.994%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.6)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 0.5294073、0.5538158、0.5793497、0.6060609、0.6340036、0.6632345、0.6938133、0.7258018、0.7592652、0.7942714、0.8308917 與 0.8692002 公里，如表 4.19 所示。

表 4.18 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以輸電線路迴長為基礎)

年度	$k$ 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	0.4268	0.4225	0.009879106	99.990
民國 87 年	2	0.4419	0.4420	0.000377873	99.999
民國 88 年	3	0.4604	0.4624	0.004449829	99.996
民國 89 年	4	0.4886	0.4837	0.00988521	99.990
民國 90 年	5	0.5038	0.5060	0.004514715	99.995

表 4.19 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以輸電線路迴長為基礎)

年度	$k$ 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (瓦)
民國 91 年	6	0.5294073
民國 92 年	7	0.5538158
民國 93 年	8	0.5793497
民國 94 年	9	0.6060609
民國 95 年	10	0.6340036
民國 96 年	11	0.6632345
民國 97 年	12	0.6938133
民國 98 年	13	0.7258018
民國 99 年	14	0.7592652
民國 100 年	15	0.7942714
民國 101 年	16	0.8308917
民國 102 年	17	0.8692002

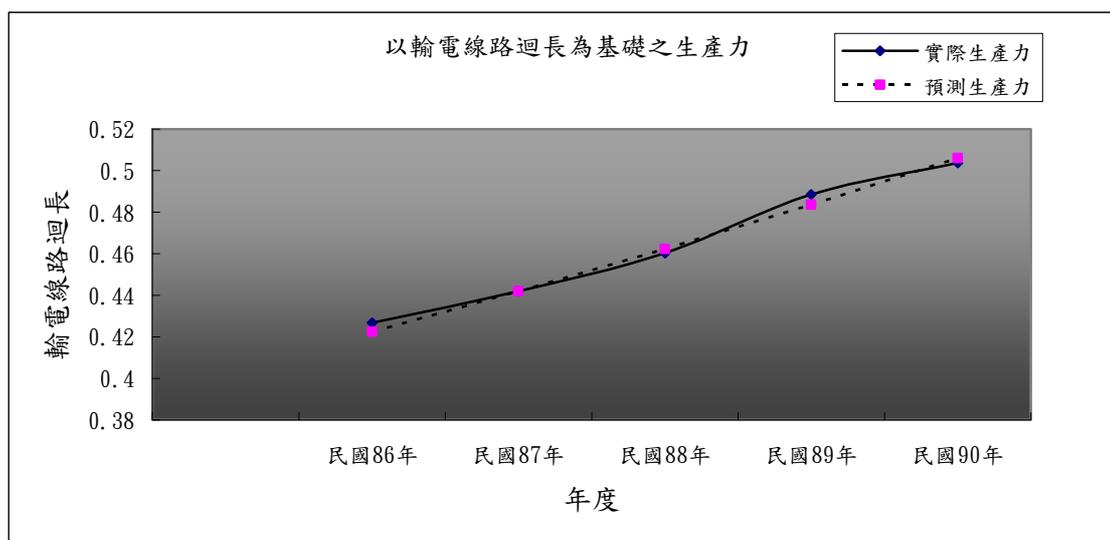


圖 4.7 86~90 年輸電線路迴長生產力之灰色模式預測(實線:實際值/虛線:預測值)

#### 4.4.6 以配電線路迴長為基礎之生產力分析

據表 3.2 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，得出預測 86 年至 90 年之生產力分別為 8.106586、8.545354、9.007871、9.49542、10.00936 公里，並算出殘差與準確率，如表 4.20。並預測自民國 91 至 102 年生產力分別為 10.55112、11.12219、11.72418、12.35875、13.02767、13.73279、14.47608、15.2596、16.08552、16.95615、17.8739 與 18.84132 公里，如表 4.21。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.2 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (7.8797, 8.4462, 9.1106, 9.5796, 9.9300)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (7.8797, 16.3259, 25.4365, 35.0161, 44.9461)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -12.1028 & 1 \\ -20.8812 & 1 \\ -30.2263 & 1 \\ -39.9811 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 8.4462 \\ 9.1106 \\ 9.5796 \\ 9.9300 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.05271098 \\ 7.906768 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.05271098}) \left[ 7.8797 - \frac{7.906768}{-0.05271098} \right] e^{-1 \times (-0.05271098) \times (k-1)} \quad (4.7)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年生產力之預測值，分別為 8.106586, 8.545354, 9.007871, 9.49542 與 10.00936 公里，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (8.106586, 8.545354, 9.007871, 9.49542, 10.00936)$$

#### 步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.20 及圖 4.8 所示。最大殘差為 0.02879365%，最小殘差為 0.007991944%，平均殘差為 0.01371765%，平均準確率為 99.986%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.7)式得民國 91 至 102 年每年生產力之預測值分別為 10.55112、11.12219、11.72418、12.35875、13.02767、13.73279、14.47608、15.2596、16.08552、16.95615、17.8739 與 18.84132 公里，如表 4.21 所示。

表 4.20 民國 86 至 90 年生產力之預測值、實際值及殘差(以配電線路迴長為基礎)

年度	$k$ 值	實際生產力 $x^{(0)}(k)$	預測生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	7.8797	8.106586	0.02879365	99.971
民國 87 年	2	8.4462	8.545354	0.01173942	99.988
民國 88 年	3	9.1106	9.007871	0.01127585	99.989
民國 89 年	4	9.5796	9.49542	0.00878741	99.991
民國 90 年	5	9.9300	10.00936	0.007991944	99.992

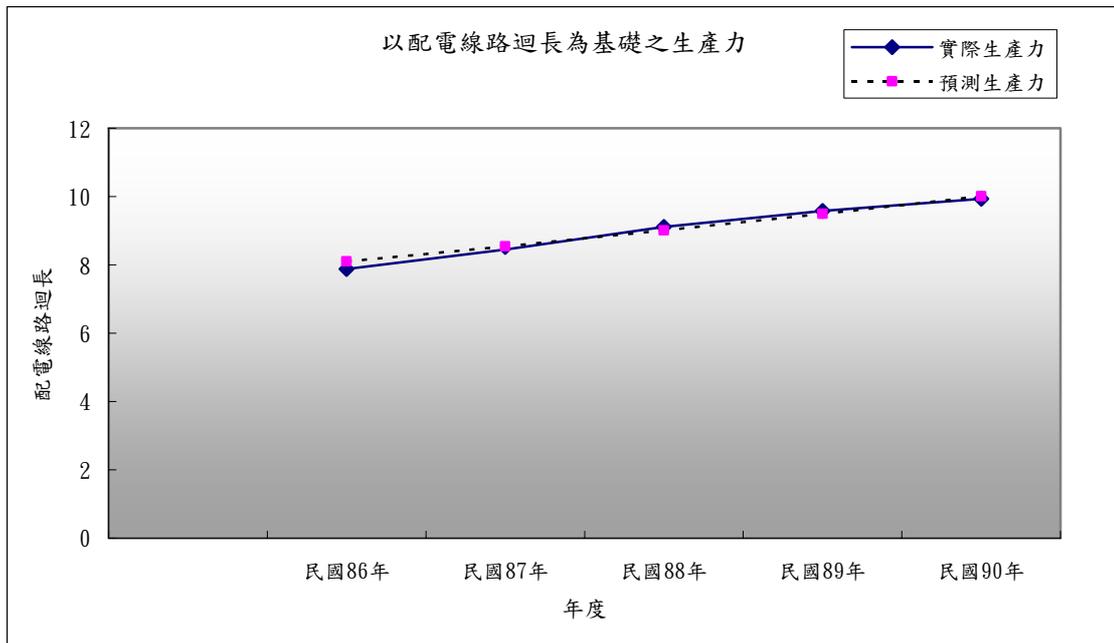


圖 4.8 86~90 年配電線路迴長生產力之灰色模式預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.21 民國 91 至 102 年員工生產力之預測值(以配電線路迴長為基礎)

年度	$k$ 值	預測年生產力 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (公里)
民國 91 年	6	10.55112
民國 92 年	7	11.12219
民國 93 年	8	11.72418
民國 94 年	9	12.35875
民國 95 年	10	13.02767
民國 96 年	11	13.73279
民國 97 年	12	14.47608
民國 98 年	13	15.2596
民國 99 年	14	16.08552
民國 100 年	15	16.95615
民國 101 年	16	17.8739
民國 102 年	17	18.84132

## 4.5 人力需求分析

### 4.5.1 以裝置容量為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得民國 86 年至 90 年之預測裝置容量分別為 25987110、27040380、28136340、29276720、30463330 千瓦，並可求得殘差與準確率，如表 4.22。並預測自民國 91 至 102 年裝置容量分別為 31698020、32982760、34319570、35710560、37157940、38663970、40231040、41861630、43558300、45323750、47160750 與 49072200 千瓦，而人力需求量分別為 27138、26728、26338、25933、25538、25155、24788、24409、24038、23680、23323 與 22973 人，如表 4.23。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (25735412, 26679782, 28480432, 29634482, 30136062)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (25735412, 52415194, 80895626, 110530108, 140666170)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -3.9075300 & 1 \\ -6.6655410 & 1 \\ -9.5712860 & 1 \\ -1.25598100 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 26679782 \\ 28480432 \\ 29634482 \\ 30136062 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.003973076 \\ 2.5484280 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.03973076}) \left[ 25735412 - \frac{2.5484280}{-0.03973076} \right] e^{-1 \times (-0.03973076) \times (k-1)} \quad (4.8)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年裝置容量之預測值，分別為 25987110, 27040380, 28136340, 29276720 與 30463330 仟瓦，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (25987110, 27040380, 28136340, 29276720, 30463330)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.22 及圖 4.9 所示。最大殘差為 0.01351578%，最小殘差為 0.009780143%，平均殘差為 0.01166190%，平均準確率為 99.988%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.8)式得民國 91 至 102 年每年裝置容量之預測值分別為 31698020、32982760、34319570、35710560、37157940、38663970、40231040、41861630、43558300、45323750、47160750 與 49072200 仟瓦。代入(3.20)式計算結果如表 4.23 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27138、26728、26338、25933、25538、25155、24788、24409、24038、23680、23323 與 22973 人，呈現逐年遞減之情況，其年遞減率分別為 -1.81%、-1.51%、-1.45%、-1.53%、-1.52%、-1.49%、-1.45%、-1.52%、-1.51%、-1.48%、-1.50% 與 -1.50%。

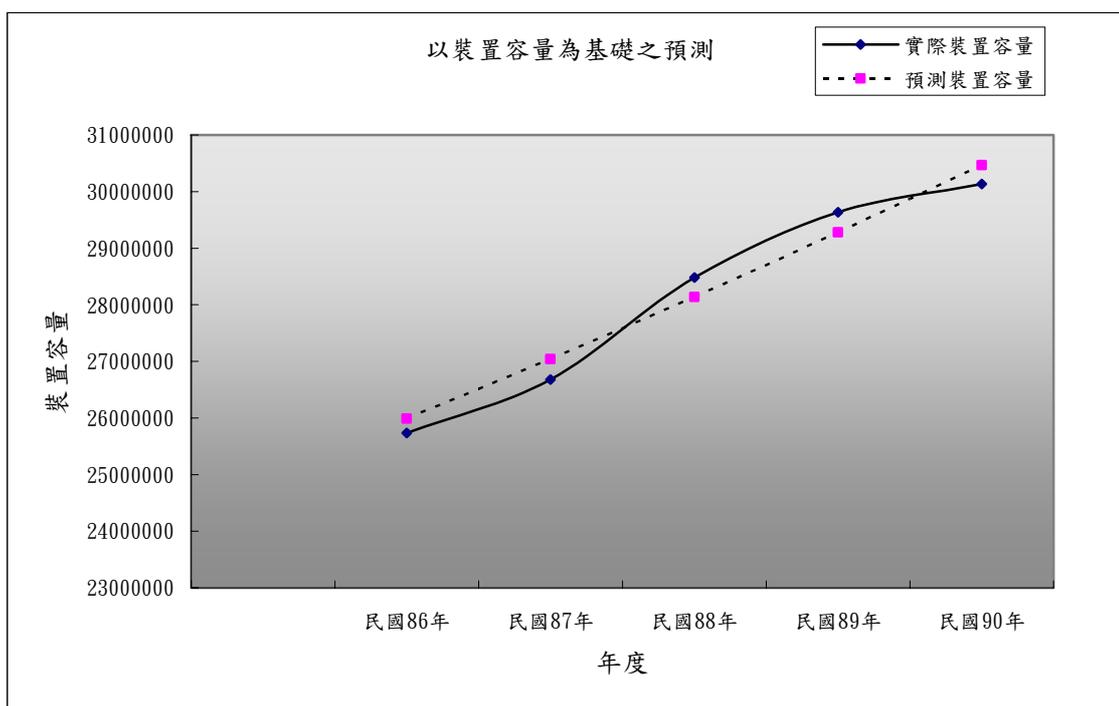


圖 4.9 86~90 年裝置容量值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.23 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以裝置容量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年裝置容量 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (仟瓦)	人力需求量 (人)	人力需求量 年成長率(%)
民國 91 年	6	31698020	27138	-1.81
民國 92 年	7	32982760	26728	-1.51
民國 93 年	8	34319570	26338	-1.45
民國 94 年	9	35710560	25933	-1.53
民國 95 年	10	37157940	25538	-1.52
民國 96 年	11	38663970	25155	-1.49
民國 97 年	12	40231040	24788	-1.45
民國 98 年	13	41861630	24409	-1.52
民國 99 年	14	43558300	24038	-1.51
民國 100 年	15	45323750	23680	-1.48
民國 101 年	16	47160750	23323	-1.50
民國 102 年	17	49072200	22973	-1.50

表 4.22 民國 86 至 90 年裝置容量之預測值、實際值及殘差

年度	$k$ 值	實際裝置容量 $x^{(0)}(k)$	預測裝置容量 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	25735412	25987110	0.009780143	99.990
民國 87 年	2	26679782	27040380	0.01351578	99.986
民國 88 年	3	28480432	28136340	0.01208163	99.988
民國 89 年	4	29634482	29276720	0.01207236	99.988
民國 90 年	5	30136062	30463330	0.01085961	99.989

#### 4.5.2 以發電量為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得 86 年至 90 年之預測發電量分別為 137338000、142525500、147908900、153495700、159293600 千瓦，並可求得殘差與準確率，如表 4.24。並預測自民國 91 至 102 年發電量分別為 165310400、171554400、178034400、184759100、191737700、198980000、206495900、214295600、222390000、230790000、239507400 與 248554000 千度，而人力需求量分別為 27126、26713、26305、25902、25507、25117、24733、24354、23982、23615、23255 與 22899 人，如表 4.25。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (132247664, 142964188, 145761436, 156511376, 158058405)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (132247664, 275211856, 420973296, 577484672, 735543072)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $B$  與常數項向量  $y_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -203729800 & 1 \\ -348092600 & 1 \\ -499229000 & 1 \\ -656513900 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 142964188 \\ 145761436 \\ 156511376 \\ 158058425 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量 $\hat{\mathbf{a}}$ 為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.03707596 \\ 134996500 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將 $a$ 與 $b$ 代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = 1 - e^{-0.03707596} \left[ 132247664 - \frac{134996500}{-0.03707596} \right] e^{-1 \times (-0.03707596) \times (k-1)} \quad (4.9)$$

將 $k = 1, 2, 3, 4, 5$ 代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年發電量之預測值，分別為 137338000, 142525500, 147908900, 153495700 與 159293600 千度，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (137338000, 142525500, 147908900, 153495700, 159293600)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將 $x^{(0)}(k)$ 與 $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ 代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.24 及圖 4.10 所示。最大殘差為 3.8490%，最小殘差為 0.30605%，平均殘差為 1.66663%，平均準確率為 98.333%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令 $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.9)式得民國 91 至 102 年每年發電量之預測值分別為 165310400、171554400、178034400、184759100、191737700、198980000、206495900、214295600、222390000、230790000、239507400 與 248554000 千度，代入(3.20)式計算結果如表 4.25 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27126、26713、26305、25902、25507、25117、24733、24354、23982、23615、23255 與 22899 人，呈現逐年遞減之情

況，其年遞減率分別為-1.85%、-1.52%、-1.52%、-1.53%、-1.52%、-1.52%、-1.52%、-1.53%、-1.52%、-1.53%、-1.52%與-1.53%。

表 4.24 民國 86 至 90 年發電量之預測值、實際值及殘差

年度	$k$ 值	實際發電量 $x^{(0)}(k)$	預測發電量 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	132247664	137338000	3.8490	96.151
民國 87 年	2	142964188	142525500	0.30605	99.694
民國 88 年	3	145761436	147908900	1.47	98.530
民國 89 年	4	156511376	153495700	1.9267	98.073
民國 90 年	5	158058405	159293600	0.7814	99.219

表 4.25 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以發電量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年發電量 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (千度)	人力需求量 (人)	人力需求量 年成長率(%)
民國 91 年	6	165310400	27126	-1.85
民國 92 年	7	171554400	26713	-1.52
民國 93 年	8	178034400	26305	-1.52
民國 94 年	9	184759100	25902	-1.53
民國 95 年	10	191737700	25507	-1.52
民國 96 年	11	198980000	25117	-1.52
民國 97 年	12	206495900	24733	-1.52
民國 98 年	13	214295600	24354	-1.53
民國 99 年	14	222390000	23982	-1.52
民國 100 年	15	230790000	23615	-1.53
民國 101 年	16	239507400	23255	-1.52
民國 102 年	17	248554000	22899	-1.53

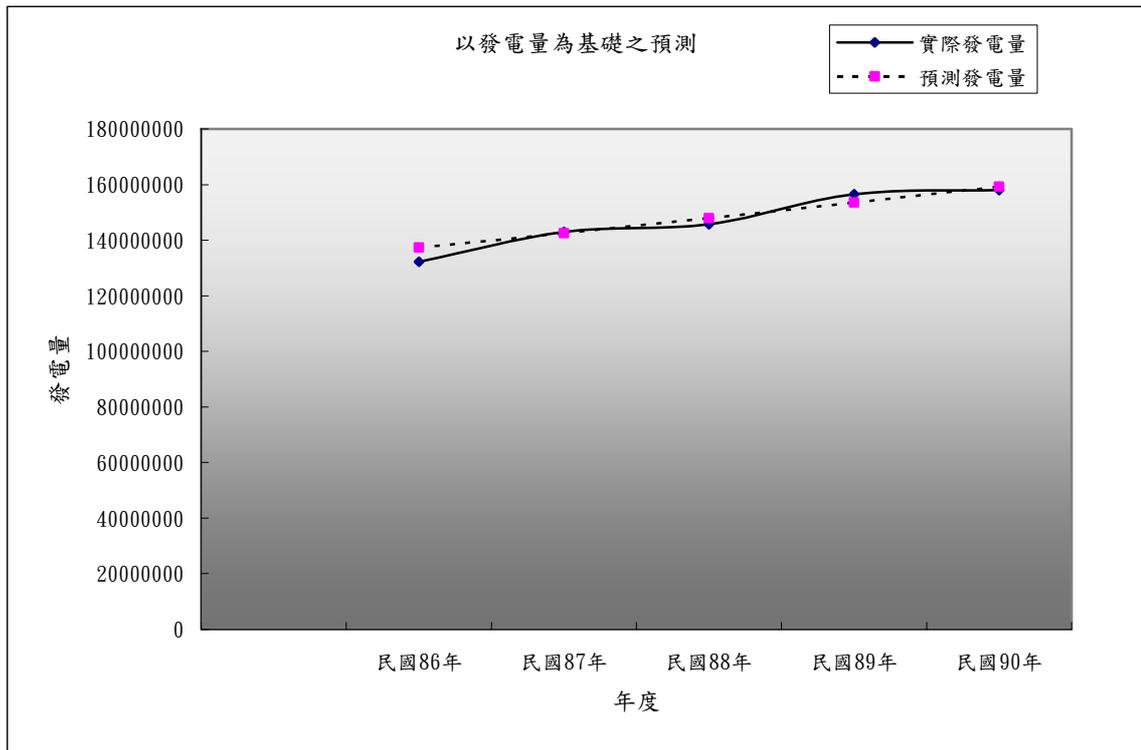


圖 4.10 86~90 年發電量值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

#### 4.5.3 以售電量為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得民國 86 年至 90 年之預測售電量分別為 122814200、128040100、133488500、139168700、145090500 千瓦，並可求得殘差與準確率，如表 4.27。並預測自民國 91 至 102 年售電量分別為 151264400、157701000、164411500、171407500、178701200、186305300、194232900、202497900、211114500、220097900、229463400 與 239227500 千度，而人力需求量分別為 27132、26719、26314、25911、25517、25132、24749、24370、24001、23635、23276 與 22923 人，如表 4.26。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (118299046, 128129801, 131725892, 142412887, 143599039)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (118299048, 246428848, 378154736, 520567616, 664166656)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -182364000 & 1 \\ -312291800 & 1 \\ -449361200 & 1 \\ -592367100 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 128129801 \\ 131725892 \\ 142412881 \\ 143599039 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.04167143 \\ 120461200 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.04167143}) \left[ 1182299046 - \frac{120461200}{-0.04167143} \right] e^{(-1) \times (-0.04167143) \times (k-1)} \quad (4.10)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年售電量之預測值，分別為 122814200, 128040100, 133488500, 139168700 與 145090500 千度，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (122814200, 128040100, 133488500, 139168700, 145090500)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ , 代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.27 及圖 4.11 所示。最大殘差為 3.8166%，最小殘差為 0.069985%，平均殘差為 1.708237%，平均

準確率為 98.292%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.10)式得民國 91 至 102 年每年售電量之預測值分別為 151264400、157701000、164411500、171407500、178701200、186305300、194232900、202497900、211114500、220097900、229463400 與 239227500 千度，代入(3.20)式計算結果如表 4.26 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27132、26719、26314、25911、25517、25132、24749、24370、24001、23635、23276 與 22923 人，呈現逐年遞減之情況，其年遞減率分別為-1.42%、-1.52%、-1.52%、-1.53%、-1.52%、-1.51%、-1.52%、-1.53%、-1.51%、-1.52%、-1.51%與-1.51%。

表 4.26 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以售電量為基礎)

年度	$k$ 值	預測年售電量 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (千度)	人力需求量 (人)	人力需求量 年成長率(%)
民國 91 年	6	151264400	27132	-1.42
民國 92 年	7	157701000	26719	-1.52
民國 93 年	8	164411500	26314	-1.52
民國 94 年	9	171407500	25911	-1.53
民國 95 年	10	178701200	25517	-1.52
民國 96 年	11	186305300	25132	-1.51
民國 97 年	12	194232900	24749	-1.52
民國 98 年	13	202497900	24370	-1.53
民國 99 年	14	211114500	24001	-1.51
民國 100 年	15	220097900	23635	-1.52
民國 101 年	16	229463400	23276	-1.51
民國 102 年	17	239227500	22923	-1.51

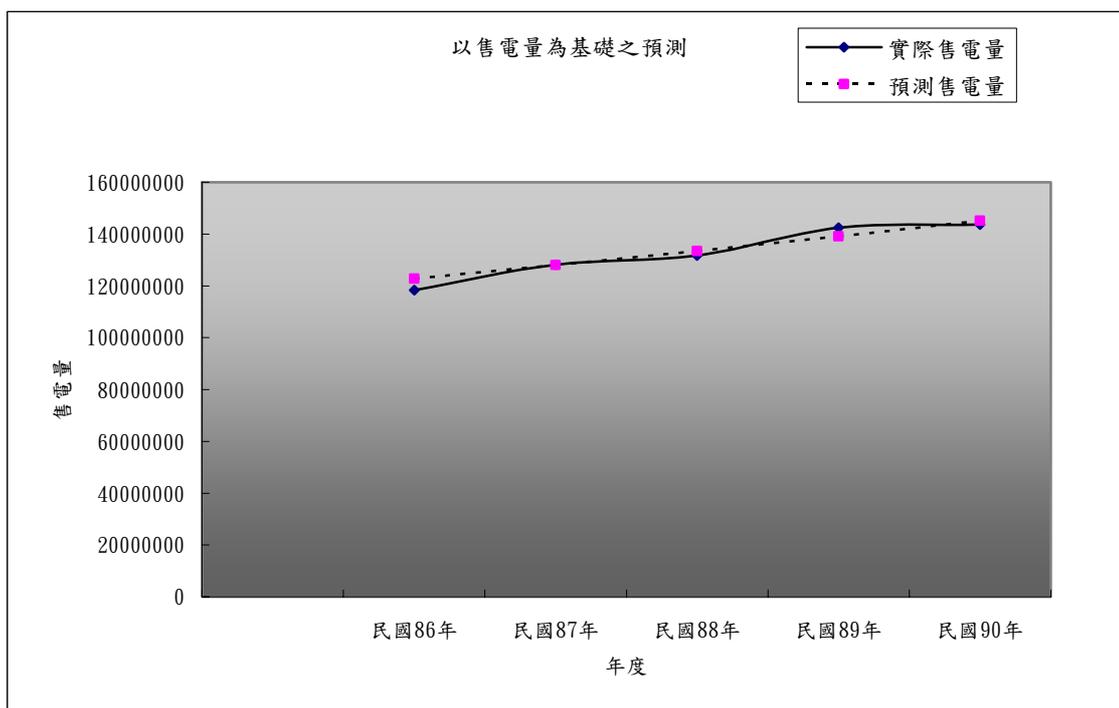


圖 4.11 86~90 年售電量值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.27 民國 91 至 96 年售電量之預測值、實際值及殘差

年度	$k$ 值	實際售電量 $x^{(0)}(k)$	預測售電量 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	118299046	122814200	3.8166	96.183
民國 87 年	2	128129801	128040100	0.069985	99.930
民國 88 年	3	131725892	133488500	1.3380	98.662
民國 89 年	4	142412887	139168700	2.2780	97.722
民國 90 年	5	143599039	145090500	1.0386	98.961

#### 4.5.4 以用戶數為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得民國 86 年至 90 年之預測用戶數分別為 9924188、10130180、10340440、10555070、10774150 用戶數，並可求得殘差與準確率，如表 4.29。並預測自民國 91 至 102 年用戶數分別為 10997780、11226050、11459060、11696910、11939690、12187510、12440470、12698690、12962270、13231310、13505940 與 13786280 用戶數，而人力需求量分別為 27088、26665、

26222、25820、25403、25025、24634、24234、23871、23501、23126  
與 22749 人，如表 4.28。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (9821203, 10100508, 10369567, 10585555, 10745689)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (9821203, 19921711, 30291278, 40876833, 51622522)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -14871461 & 1 \\ -25106500 & 1 \\ -355858406 & 1 \\ -46249680 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 10100508 \\ 10369567 \\ 10585555 \\ 10745689 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.020543667 \\ 9824713 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.020543667}) \left[ 9821203 - \frac{9824713}{-0.020543667} \right] e^{-1 \times (-0.020543667) \times (k-1)} \quad (4.11)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年用戶數之預測值，分別為 9924188, 10130180, 10340440, 10555070 與 10774150 人，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (9924188, 10130180, 10340440, 10555070, 10774150)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k), k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.29 及圖 4.12 所示。最大殘差為 1.0485%，最小殘差為 0.26485%，平均殘差為 0.43519778%，平均準確率為 99.765%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.11)式得民國 91 至 102 年每年用戶數之預測值分別為 10997780、11226050、11459060、11696910、11939690、12187510、12440470、12698690、12962270、13231310、13505940 與 13786280 人，代入(3.20)式計算結果如表 4.28 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27088、26665、26222、25820、25403、25025、24634、24234、23871、23501、23126 與 22749 人，呈現逐年遞減之情況，其年遞減率分別為 -1.58、-1.56%、-1.66%、-1.53%、-1.61%、-1.48%、-1.56%、-1.62%、-1.49%、-1.54%、-1.59% 與 -1.63%。

表 4.28 民國 91 至 96 年員工人力需求量之預測值(以用戶數為基礎)

年度	k 值	預測年用戶數 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (萬戶)	人力需求量 (人)	人力需求量 年成長率(%)
民國 91 年	6	10997780	27088	-1.58
民國 92 年	7	11226050	26665	-1.56
民國 93 年	8	11459060	26222	-1.66
民國 94 年	9	11696910	25820	-1.53
民國 95 年	10	11939690	25403	-1.61
民國 96 年	11	12187510	25025	-1.48
民國 97 年	12	12440470	24634	-1.56
民國 98 年	13	12698690	24234	-1.62
民國 99 年	14	12962270	23871	-1.49
民國 100 年	15	13231310	23501	-1.54
民國 101 年	16	13505940	23126	-1.59
民國 102 年	17	13786280	22749	-1.63

表 4.29 民國 86 至 90 年用戶數之預測值、實際值及殘差)

年度	$k$ 值	實際用戶數 $x^{(0)}(k)$	預測用戶數 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	9821203	9924188	1.0485	99.952
民國 87 年	2	10100508	10130180	0.29372	99.706
民國 88 年	3	10369567	10340440	0.2808989	99.719
民國 89 年	4	10585555	10555070	0.28802	99.712
民國 90 年	5	10745689	10774150	0.26485	99.735

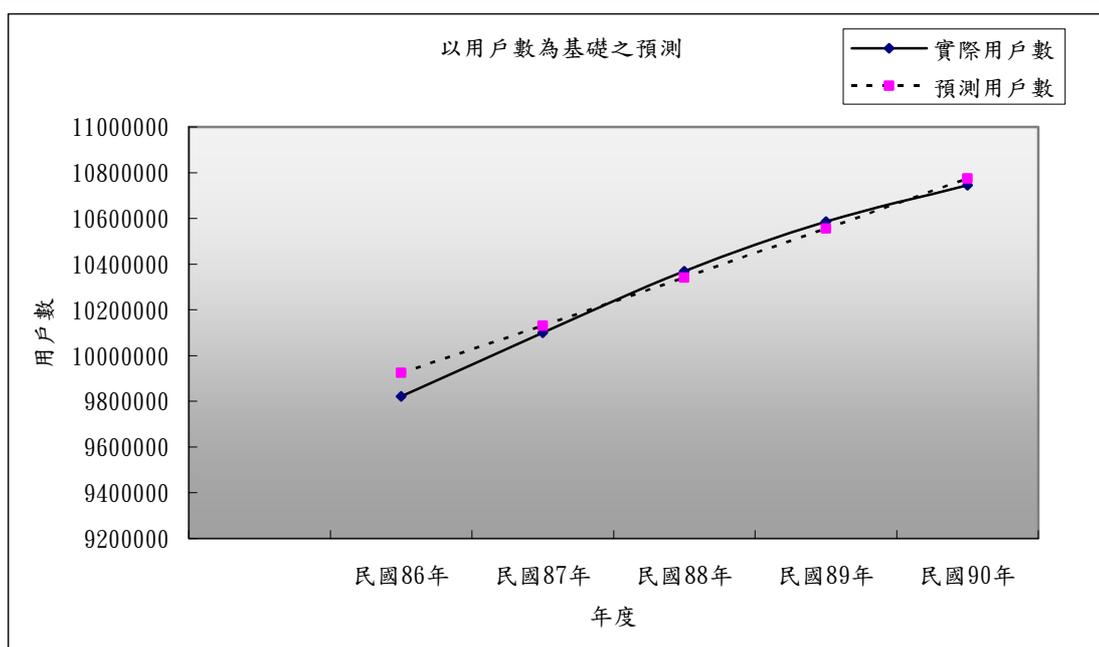


圖 4.12 86~90 年用戶數值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

#### 4.5.5 以輸電線路迴長為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得民國 86 年至 90 年之預測輸電線路迴長分別為 12389、12759、13141、13533、13938 公里，並可求得殘差與準確率，如表 4.31。並預測自民國 91 至 102 年輸電線路迴長分別為 14354、14784、15225、15680、16149、16632、17129、17641、18168、18711、19270 與 19846 公里，而人力需求量分別為 27113、26694、26279、25871、25471、25077、24688、24305、23928、23557、23191 與 22833 人，如表 4.30。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (12672, 12813, 13023, 13615, 13924)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (12672, 25485, 38508, 52123, 66047)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -19078.5 & 1 \\ -31996.5 & 1 \\ -45315.5 & 1 \\ -59085 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 12813 \\ 13023 \\ 13615 \\ 13924 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0294523 \\ 12198.98 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = 1 - e^{-0.0294523} \left[ 12672 - \frac{12198.98}{-0.0294523} \right] e^{-1 \times (-0.0294523) \times (k-1)} \quad (4.12)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年輸電線路迴長之預測值，分別為 12389, 12759, 13141, 13533 與 13938 公里，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (12389, 12759, 13141, 13533, 13938)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.31 及圖 4.13 所示。最大殘差為 0.02234349%，最小殘差為 0.004201208%，平均殘差為 0.01477004%，

平均準確率為 99.990%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k = 6, 7, \dots, 17$ ，由(4.12)式得民國 91 至 102 年每年輸電線路迴長之預測值分別為 14354、14784、15225、15680、16149、16632、17129、17641、18168、18711、19270 與 19846 公里，代入(3.20)式計算結果如表 4.30 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27113、26694、26279、25871、25471、25077、24688、24305、23928、23557、23191 與 22833 人，呈現逐年遞減之情況，其年遞減率分別為-1.49%、-1.54%、-1.55%、-1.55%、-1.54%、-1.54%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.55%、-1.54%。

表 4.30 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以輸電線路迴長)

年度	$k$ 值	預測年輸電線路迴長 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (公里)	人力需求量 (人)	人力需求量 年負成長率(%)
民國 91 年	6	14354	27113	-1.49
民國 92 年	7	14784	26694	-1.54
民國 93 年	8	15225	26279	-1.55
民國 94 年	9	15680	25871	-1.55
民國 95 年	10	16149	25471	-1.54
民國 96 年	11	16632	25077	-1.54
民國 97 年	12	17129	24688	-1.55
民國 98 年	13	17641	24305	-1.55
民國 99 年	14	18168	23928	-1.55
民國 100 年	15	18711	23557	-1.55
民國 101 年	16	19270	23191	-1.55
民國 102 年	17	19846	22833	-1.54

表 4.31 民國 86 至 90 年輸電線路迴長之預測值、實際值及殘差

年度	$k$ 值	實際輸電線路迴長 $x^{(0)}(k)$	預測輸電線路迴長 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	12672	12389	0.02234349	99.978
民國 87 年	2	12813	12759	0.004201208	99.996
民國 88 年	3	13023	13141	0.009026023	99.991
民國 89 年	4	13615	13533	0.005999243	99.994
民國 90 年	5	13924	13938	0.009936755	99.990

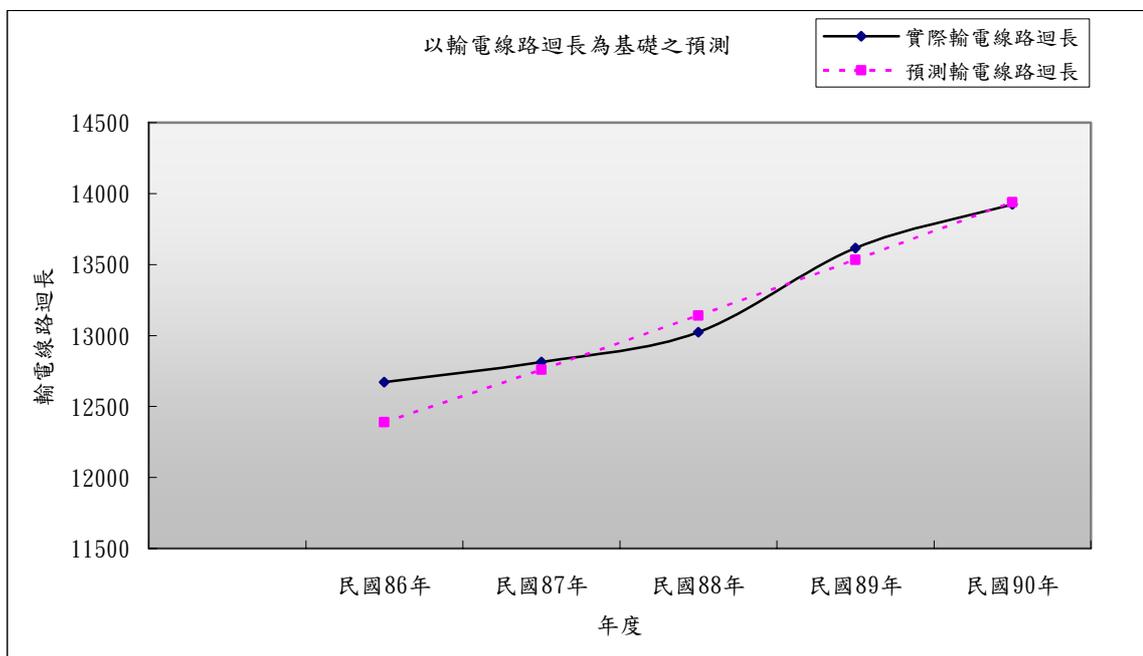


圖 4.13 86~90 年輸電線路迴長值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

#### 4.5.6 以配電線路迴長為基礎之人力需求分析

根據表 3.1 之資料以 GM(1,1) 模式進行灰色預測，算得 86 年至 90 年之預測配電線路迴長分別為 237456.9、2465053、255898.5、265649.5、275772.3 公里，並可求得殘差與準確率，如表 4.33。並預測自民國 91 至 102 年配電線路迴長分別為 286280、297189、308514、320270、332474、345143、358294、371947、386121、400834、416108 與 431964 公里，而人力需求量分別為 27132、26720、26314、25914、25520、25132、

24750、24374、24004、23639、23280 與 22926 人，如表 4.32。茲分析如下：

步驟 1：首先列出觀察數列，即原始數列

由(3.3)式及表 3.1 得原始數列  $x^{(0)}$ ，即

$$x^{(0)} = (233979, 244872, 257684, 266926, 274466)$$

步驟 2：進行累加生成 AGO 處理

由(3.4)式求得  $x^{(0)}$  的一次 AGO 數列  $x^{(1)}$  為：

$$x^{(1)} = (233979, 478851, 736535, 1003461, 1277927)$$

步驟 3：再用最小平方法求出參數  $a$ 、 $b$ ，並計算平均值

求得累加矩陣  $\mathbf{B}$  與常數項向量  $\mathbf{y}_n$  分別為：

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -356415 & 1 \\ -607693 & 1 \\ -869998 & 1 \\ -1140694 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{y}_n = \begin{bmatrix} 244872 \\ 257684 \\ 266926 \\ 274466 \end{bmatrix}$$

由(3.6)式得參數向量  $\hat{\mathbf{a}}$  為：

$$\hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0373973 \\ 2331745 \end{bmatrix}$$

步驟 4：最後進行預測值的運算

將  $a$  與  $b$  代入(3.8)式得預測模式：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = (1 - e^{-0.0373973}) \left[ 233979 - \frac{2331745}{-0.0373973} \right] e^{(-1) \times (-0.0373973) \times (k-1)} \quad (4.13)$$

將  $k = 1, 2, 3, 4, 5$  代入(3.8)式，得民國 86 至 90 年配電線路迴長之預測值，分別為 237456.9, 246505.3, 255898.5, 265649.6 與 275772.3 公里，即還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (237456.9, 246505.3, 255898.5, 265649.6, 275772.3)$$

步驟 5：殘差檢驗

分別將  $x^{(0)}(k)$  與  $\hat{x}^{(0)}(k), k=1,2,3,4,5$ , 代入(3.9)式，可得到預測值與實際值之殘差，如表 4.33 及圖 4.14 所示。最大殘差為 0.01486425%，最小殘差為 0.004759242，平均殘差為 0.00760090%，平均準確率為 99.992%，顯示預測模式之預測效能相當好。

令  $k=6,7,\dots,17$ ，由(4.13)式得民國 91 至 102 年每年配電線路迴長之預測值分別為 286280、297189、308514、320270、332474、345143、358294、371947、386121、400834、416108 與 431964 公里，代入(3.20)式計算結果如表 4.32 所示。民國 91 至 102 年人力需求量分別為 27132、26720、26314、25914、25520、25132、24750、24374、24004、23639、23280 與 22926 人，呈現逐年遞減之情況，其年遞減率分別為 -1.42%、-1.51%、-1.51%、-1.52%、-1.52%、-1.52%、-1.51%、-1.51%、-1.51%、-1.51%、-1.52%、-1.51% 與 -1.52%。

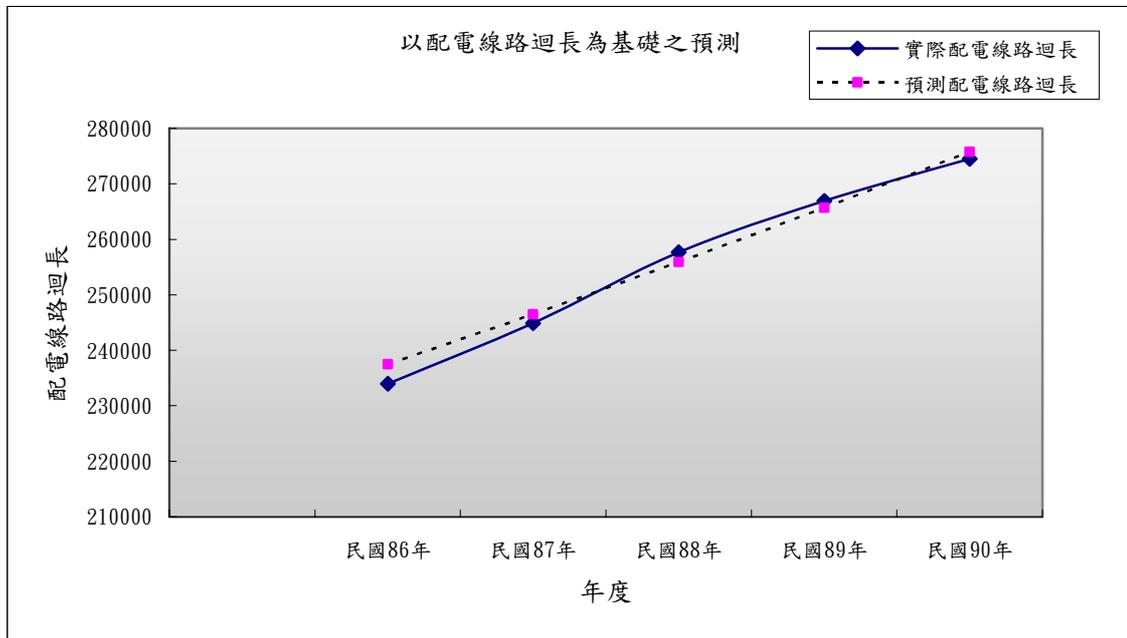


圖 4.14 86~90 年輸電線路迴長值灰色模式之預測(實線：實際值/虛線：預測值)

表 4.33 民國 86 至 90 年配電線路迴長之預測值、實際值及殘差

年度	k 值	實際配電線路迴長 $x^{(0)}(k)$	預測配電線路迴長 $\hat{x}^{(0)}(k)$	殘差(%) $e(k)$	準確率(%) $1 - e(k)$
民國 86 年	1	233979	237456.9	0.01486425	99.985
民國 87 年	2	244872	246505.3	0.006670002	99.993
民國 88 年	3	257684	255898.5	0.006929151	99.993
民國 89 年	4	266926	265649.6	0.004781873	99.995
民國 90 年	5	274466	275772.3	0.004759242	99.995

表 4.32 民國 91 至 102 年員工人力需求量之預測值(以配電線路迴長為基礎)

年度	k 值	預測年配電線路迴長 $\hat{x}^{(0)}(k)$ (公里)	人力需求量 (人)	人力需求年成長率(%)
民國 91 年	6	286280	27132	-1.42
民國 92 年	7	297189	26720	-1.51
民國 93 年	8	308514	26314	-1.51
民國 94 年	9	320270	25914	-1.52
民國 95 年	10	332474	25520	-1.52
民國 96 年	11	345143	25132	-1.52
民國 97 年	12	358294	24750	-1.51
民國 98 年	13	371947	24374	-1.51
民國 99 年	14	386121	24004	-1.51
民國 100 年	15	400834	23639	-1.52
民國 101 年	16	416108	23280	-1.51
民國 102 年	17	431964	22926	-1.52

## 4.6 人力供需比較分析

### 4.6.1 台電公司人力供需比較分析

綜合表 4.9 與表 4.23，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.34 所示。由表 4.34 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為-49、-67、-99、-108、-121、-140、-168、-178、-190、-209、-223、-238 人，其失衡百分率分別為 0.180%、0.251%、0.377%、0.418%、0.476%、0.560%、0.682%、0.735%、0.797%、0.890%、0.965

％與 1.002％。換言之，民國 91 至 102 年人力需求量均大於供給量，且失衡百分率逐年遞增。

表 4.34 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以裝置容量為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27138	26728	26338	25933	25538	25155	24788	24409	24038	23680	23323	22973
供需失衡人數(人)	-49	-67	-99	-108	-121	-140	-168	-178	-190	-209	-223	-238
供需失衡百分比(%)	0.180	0.251	0.377	0.418	0.476	0.560	0.682	0.735	0.797	0.890	0.965	1.002

綜合表 4.9 與表 4.25，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.35 所示。由表 4.35 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為-37、-52、-66、-77、-90、-102、-113、-123、-134、-144、-155、-164 人，其失衡百分率分別為 0.137％、0.195％、0.252％、0.298％、0.354％、0.408％、0.459％、0.508％、0.562％、0.614％、0.671％與 0.721％。換言之，民國 91 至 102 年人力需求量均大於供給量，且失衡百分率逐年遞增。

表 4.35 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以發電量為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27126	26713	26305	25902	25507	25117	24733	24354	23982	23615	23255	22899
供需失衡人數(人)	-37	-52	-66	-77	-90	-102	-113	-123	-134	-144	-155	-164
供需失衡百分比(%)	0.136	0.194	0.250	0.297	0.352	0.406	0.456	0.505	0.558	0.609	0.666	0.716

綜合表 4.9 與表 4.27，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.36 所示。由表 4.36 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為-43、-58、-75、-86、-100、-117、-129、-139、-153、-164、

-176、-188 人，其失衡百分率分別為 0.159%、0.218%、0.286%、0.333%、0.393%、0.468%、0.524%、0.574%、0.642%、0.699%、0.762%與 0.827%。換言之，民國 91 至 102 年人力需求量均大於供給量，且失衡百分率逐年遞增。

表 4.36 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以售電量為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27132	26719	26314	25911	25517	25132	24749	24370	24001	23635	23276	22923
供需失衡人數(人)	-43	-58	-75	-86	-100	-117	-129	-139	-153	-164	-176	-188
供需失衡百分比(%)	0.158	0.217	0.285	0.331	0.391	0.465	0.521	0.570	0.637	0.693	0.756	0.820

綜合表 4.9 與表 4.29，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.37 所示。由表 4.37 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為+1、-4、+17、+5、+14、-10、-14、-3、-23、-30、-26、-14 人，其失衡百分率分別為 0%、0.015%、0%、0%、0%、0.040%、0.057%、0.012%、0.096%、0.128%、0.113%與 0.062%。

表 4.37 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以用戶數為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27088	26665	26222	25820	25403	25025	24634	24234	23871	23501	23126	22749
供需失衡人數(人)	+1	-4	+17	+5	+14	-10	-14	-3	-23	-30	-26	-14
供需失衡百分比(%)	0.003	0.015	0.064	0.019	0.055	0.039	0.056	0.012	0.096	0.127	0.112	0.061

綜合表 4.9 與表 4.31，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.38 所示。由表 4.38 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為-24、-33、-40、-46、-54、-62、-68、-74、-80、-86、-91、-98

人，其失衡百分率分別為 0.089%、0.124%、0.152%、0.178%、0.212%、0.248%、0.276%、0.305%、0.335%、0.366%、0.394%與 0.431%。換言之，民國 91 至 102 年人力需求量均大於供給量，且失衡百分率逐年遞增。

表 4.38 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以輸電線路迴長為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27113	26694	26279	25871	25471	25077	24688	24305	23928	23557	23191	22833
供需失衡人數(人)	-24	-33	-40	-46	-54	-62	-68	-74	-80	-86	-91	-98
供需失衡百分比(%)	0.089	0.124	0.152	0.178	0.212	0.248	0.276	0.305	0.335	0.366	0.394	0.431

綜合表 4.9 與表 4.33，得民國 91 至 102 年人力供給量與需求量之預測結果，如表 4.39 所示。由表 4.39 得知，民國 91 至 102 年人力失衡分別為-43、-59、-75、-89、-103、-117、-130、-143、-156、-168、-180、-191 人，其失衡百分率分別為 0.159%、0.221%、0.286%、0.345%、0.405%、0.468%、0.528%、0.590%、0.654%、0.716%、0.779%與 0.840%。換言之，民國 91 至 102 年人力需求量均大於供給量，且失衡百分率逐年遞增。

表 4.39 民國 91 至 102 年人力供需比較一覽表

以配電線路迴長為基礎之人力	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年
供給量(人)	27089	26661	26239	25825	25417	25015	24620	24231	23848	23471	23100	22735
需求量(人)	27132	26720	26314	25914	25520	25132	24750	24374	24004	23639	23280	22926
供需失衡人數(人)	-43	-59	-75	-89	-103	-117	-130	-143	-156	-168	-180	-191
供需失衡百分比(%)	0.159	0.221	0.286	0.345	0.405	0.468	0.528	0.590	0.654	0.716	0.779	0.840

#### 4.6.2 國際電業人力評估(效率)比較分析

由於電業不同於一般產業，因此在評估台電公司的人力效率時，必須選擇經濟發展程度、能源資源情況與台電公司類似的國家，經營規模與台電公司不相上下的電業。另外，有關經營型態(公營或者民營)因素也須加以考量。依據前述之條件，台電公司常以日本、韓國等國家，作為經營績效的比較對象，所以本研究也以日、韓兩國來作人力效率比較。茲將各國在裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長與配電線路迴長等方面之員工生產力，彙總如表 4.40。

表 4.40 中、韓、日員工生產力分析表

公司別 項目	台電(公營) (2000.1-2000.12)	韓電(民營) (2000.1-2000.12)	日本中電(民營) (1999.4-2000.3)	日本東電(民營) (1999.4-2000.3)
員工人數(人) (經常單位部分)	23201	26980	19431	40041
裝置容量(仟仟瓦)	29634	44566	31769	57845
發電量(千度)	156511	249215	128517	296353
售電量(千度)	142413	239535	120028	274226
用戶數(戶)	10586	14976	9915	26330
員工生產力				
1.每員工裝置容量 (仟仟瓦)	1.277	1.652	1.635	1.445
2.每員工發電量 (千度)	6.746	9.237	6.614	7.401
3.每員工售電量 (千度)	6065	8878	5501	6849
4.每員工用戶數 (戶)	456	555	510	658

資料來源：台電公司企劃處編製「國際電業經營績效比較」(民 90)

註：1.員工人數不含工程單位(非經常單位)。

2.發電量含自購發電量。

由表 4.40 分析結果，台電公司若想進一步提高員工生產力，以強化未來自由化、民營化後競爭力，則有必要持續精簡人力。

#### 4.7 人力灰色關聯分析

本節將根據表 3.1 之員工人數、用戶數、發電量、售電量、裝置容量、輸電線路迴長與配電線路迴長等資料，以 GM(1,N)模式進行灰色關聯分析，得出員工人數(a)為主因子，而子因子為裝置容量( $b_1$ )、發電量( $b_2$ )、售電量( $b_3$ )、用戶數( $b_4$ )、輸電線路迴長( $b_5$ )與配電線路迴長( $b_6$ )等，其關聯值分別為：

$$b_1=2.381680186, b_2=-2.08378103, b_3=1.483932647$$

$$b_4=-2.98477593, b_5=2.033320656, b_6=1.720091725$$

得出用戶數的關聯程度最大，其次依序分別為裝置容量、發電量、輸電線路迴長、配電線路迴長、售電量。現說明如下：

步驟 1：建立原始序列

由(3.10)式及表 3.1，建立原始序列，即

$$x_1^{(0)} = \{29694, 28992, 28284, 27864, 27640\}$$

$$x_2^{(0)} = \{25735412, 26679782, 28480432, 29634482, 30136062\}$$

$$x_3^{(0)} = \{13224766, 142964188, 145761436, 156511376, 158058406\}$$

$$x_4^{(0)} = \{118299046, 128129801, 131725892, 142412887\}$$

$$x_5^{(0)} = \{9821203, 100508, 10369567, 10585555, 10745689\}$$

步驟 2：建立 AGO 序列

由(3.11)式建立一次 AGO 序列，即

$$x_1^{(1)} = \{29694, 38686, 86970, 114834, 142474\}$$

$$x_2^{(1)} = \{25735412, 52415194, 80895626, 110530108, 140666170\}$$

$$x_3^{(1)} = \{132247664, 275211852, 420973288, 577484664, 735543069\}$$

$$x_4^{(1)} = \{118299046, 246428847, 378154739, 520567626, 664166665\}$$

$$x_5^{(1)} = \{9821203, 1991711, 30291278, 40876833, 51622522\}$$

步驟 3：寫出標準型式

由(3.12)式寫出標準型式，即

$$z_1^{(1)} = \{14847, 34190, 62828, 100902, 128654\}$$

步驟 4：求解

利用上述標準型式，代入各個生成後之數值，求解可以得到

$$58992 + a3419 = b_2 52415194 + b_3 80895626 + b_4 110530108 + b_5 140666170$$

$$28284 + a62828 = b_2 275211852 + b_3 420973288 + b_4 577484664 + b_5 735543069$$

$$27864 + a100902 = b_2 246428847 + b_3 378154739 + b_4 520567626 + b_5 664166665$$

$$27640 + a128654 = b_2 19921711 + b_3 30291278 + b_4 40876833 + b_5 51522522$$

在將上述之數值組轉成矩陣的型式，再根據最小平方法則，令

$$\mathbf{Y}_N = \begin{bmatrix} 28992 \\ 28284 \\ 27864 \\ 27640 \end{bmatrix} \mathbf{B} = \begin{bmatrix} -34190, 52415194 + 80895626 + 110530108 + 140666170 \\ -62828, 275211852 + 420973288 + 577484664 + 735543069 \\ -100902, 246428847 + 378154739 + 520567626 + 664166665 \\ -128654, 19921711 + 30291278 + 40876833 + 51522522 \end{bmatrix}$$

$$\text{解出 } \hat{\mathbf{a}} : \quad \hat{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.11798845 \\ 2.381680186 \\ -2.08378103 \\ 1.483932647 \\ -2.98477593 \\ 2.033320656 \\ 1.720091725 \end{bmatrix}$$

$$b_1 = 2.381680186, b_2 = -2.08378103, b_3 = 1.483932647, b_4 = -2.98477593, b_5 = 2.033$$

$$320656, b_6 = 1.720091725 \text{ 經由絕對值觀念，} b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6 \text{ 取絕對值}$$

之後為  $b_4 > b_1 > b_2 > b_5 > b_6 > b_3$ ，如表 4.41。由結果中可以得知用

戶數影響人力預測可視為最重要的子因子，其次依序為裝置容

量、發電量、輸電線路迴長、配電線路迴長與售電量。

表 4.41 原始 GM(1,N)執行後之關聯分析表

年度 關聯因子	86 年	87 年	88 年	89 年	90 年	關聯值
員工人數 ( $a$ ) (人)	29694	28992	28284	27864	27640	-0.11798845
裝置容量 ( $b_1$ ) (仟瓦)	25735412	26679782	28480432	29634482	30136062	2.381680186
發電量 ( $b_2$ ) (千度)	132247664	142964188	145761436	156511376	158058405	-2.08378103
售電量 ( $b_3$ ) (千度)	118299046	128129801	131725892	142412887	143599039	1.483932647
用戶數 ( $b_4$ ) (戶)	9821203	10100508	10369567	10585555	10745689	-2.98477593
輸電線路迴長 ( $b_5$ ) (公里)	12672	12813	13023	13615	13924	2.033320656
配電線路迴長 ( $b_6$ ) (公里)	233979	244872	257684	266926	274466	1.720091725

## 第五章 結論與建議

### 5.1 與其他性質相同文獻之比較

經文獻探討得知，民國 91 年國立成功大學譚伯群等人亦曾就「台電公司民營化之人力資源規劃與預測」作過研究，茲就與其研究結果作一比較，如表 5.1。

表 5.1 與譚伯群等人所撰「台電公司民營化之人力資源規劃與預測」比較表

研究文獻 檢視項目	譚伯群等人所撰「台電公司民營化之人力資源規劃與預測」	本研究之「灰色理論應用於台電公司之人力需求預測」
使用預測方法 內涵	迴歸分析法、時間數列分析法 首先利用迴歸分析法決定影響人力配置因素，再利用變異數分析方法比較台電公司與國外電業之現行員工配置，並利用主成分因素分析員工績效指標，接著利用時間數列分析法預測台電公司民營化之後，其未來之人力需求趨勢	灰色系統理論 利用灰色預測系統 GM(1,1) 進行人力需求預測，再利用灰色預測系統 GM(1,N) 進行灰色關聯分析，獲致人力需求數量及影響人力需求數量因子之權重大小。
研究結果	在未來人力需求方面，台電公司若維持過去趨勢水準，總員工人數將從 88 年的 22716 人(不包括工程單位人力 5568 人)減至 94 年的 20203 人。	在未來人力需求方面，台電公司若維持過去趨勢水準，總員工人數將從 88 年的 28284 人(包括工程單位人力 5568 人)減至 94 年的 25820 人。
比較結果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因為台電公司在 86 年以前的經營目標係在於配合政府整體經濟政策的推動，完全傾向於以生產導向為目的之經營方式，所以使用過去長時間的原始數據資料來作人力預測，並無達到提高競爭力與生產力的目的。</li> <li>2. 影響台電公司人力配置之因子相當多，詳細研究約有 268 種。該研究採用 19 筆原始資料進行迴歸分析，顯然不太夠，仍有待評估。</li> <li>3. 研究結果 20203 人(不包括工程單位人力)。</li> <li>4. 該研究未顯現殘差值，無法確知準確率。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因為台電公司在 86 年以後，為配合政府實施電力事業自由化、民營化政策，在組織上已漸次進行調整與改革，所以 86 年以前取得之原始數據資料不合理。</li> <li>2. 影響台電公司人力配置之因子相當多，詳細研究約有 268 種。由於灰色預測需要數據少，不需要大量歷史資料，故本研究採用 5 筆原始資料進行灰色預測與灰關聯分析，顯然是足夠的。</li> <li>3. 研究結果 25820 人(本研究係以員工總人數進行預測，包括工程單位人力)。</li> <li>4. 本研究預測結果，可預測出殘差值，由殘差值可看出準確率。</li> </ol>

資料來源：本研究整理

## 5.2 研究結論

於十九世紀末二十世紀初期，人力資源學派(Human Resource Approach)學者，即明確地認知到「人」的因素對於組織成功與否，占有重要性地位(Robbins,1994)。一個組織之管理，不外乎是資金、物力、設備及技術等資源之有效策略運用，其中「人力」乃是配置各項資源之主體，由此可見，人力預測與企業目標之達成和企業長期之發展，有密不可分之關係。基於這種體認本研究乃以人力需求預測為主軸，運用灰色預測模式 GM(1,1)預測未來人力需求量與人力供給量，進而再灰色系統理論中灰色關聯模式 GM(1,N)，客觀分析出影響台電公司人力之主要因素，以探討台電公司人力供需之問題，同時分析其他影響人力之組織內、外在環境因素，以供擬定人力政策之參考。經過實證分析與預測結果，獲致以下結論：

- 1.影響台電公司人力需求量之因子，主要有裝置容量、發電量、售電量、用戶數、輸電線路迴長及配電線路迴長等六項因子，這些因子經灰色關聯模式進行分析得知，影響人力需求量最大的因子為用戶數，其次依序分別為裝置容量、發電量、輸電線路迴長、配電線路迴長及售電量。
- 2.民國 91 至 102 年，台電公司每年人力供給量分別為 27089、26661、26239、25825、25417、25015、24620、24231、23848、23471、23100 與 22735 人；人力需求量則分別隨業務量而異，經彙總如表 5.2，人力供需失衡情形，除以用戶數為基礎之 91、93、94、95 年呈現供過於求外，其餘各年均呈現需求大於供給。後續如取得 91、92 年等業務量資料，則應以加入該兩年業務量資料重新進行預測。

表 5.2 台電公司員工人力需求量彙總表

預測因子 人力需求	裝置容量	裝置容量	售電量	用戶數	輸電線 路迴長	配電線 路迴長
91 年人力需求量	27138	27126	27132	27088	27113	27132
92 年人力需求量	26728	26713	26719	26665	26694	26720
93 年人力需求量	26338	26305	26314	26222	26279	26314
94 年人力需求量	25933	25902	25911	25820	25871	25914
95 年人力需求量	25538	25507	25517	25403	25471	25520
96 年人力需求量	25155	25117	25132	25025	25077	26132
97 年人力需求量	24788	24733	24749	24634	24688	24750
98 年人力需求量	24409	24354	24370	24234	24305	24374
99 年人力需求量	24038	23982	24001	23871	23928	24004
100 年人力需求量	23680	23615	23635	23501	23557	23639
101 年人力需求量	23323	23255	23276	23126	23191	23280
102 年人力需求量	22973	22899	22923	22749	22833	22926

資料來源：本研究整理

- 3.根據結果分析，台電公司之人力結構大致發現幾項總體性之失衡問題，其一，在年齡結構方面，有年齡老化及中青代人數偏低等問題；其二，在年資結構方面，可能造成技術斷層及缺乏激勵力問題；其三，在教育結構方面，因有不少教育程度偏低人員，可能造成無法達成共識瓶頸的問題；其四，在職位結構方面，可能造成缺乏創造力與人力斷層等問題。
- 4.藉由電腦系統設計，再經過實務驗證的結果，本研究提出以灰色系統預測來解決只有少數數據之人力預測的問題，且灰色系統預測確實可以用在企業的人力資源預測，準確度比傳統的預測方法還來得高。

## 5.3 研究建議

### 1. 人力精簡方面

根據灰關聯分析與國際電業人力評估(效率)比較分析結果得知，影響台電公司人力需求數量之主要因子為用戶數。如以用戶數為因子求算員工生產力，則台電公司仍有相當提高生產力的空間。所以本文認為台電公司有必要持續精簡人力數量，以強化未來自由化、民營化後的競爭潛力。

### 2. 精簡人力降低用人成本方面

由研究結果發現，依據本研究架構圖 3.1 所示，在訂定最適人力時，尚必須考慮「組織內在環境因素」及「組織外在環境因素」。當台電公司在面臨民營化及自由化趨勢，為提高生產力及競爭力，須精簡人力降低用人成本。因此，本研究除對人力結構找出失衡問題，分析影響組織內外環境因素，預測人力供需數量外，尚必須提出影響組織內外環境因素的具體方案，現分述各種具體方案，以供參考。

#### (1) 建立委外服務制度

委外服務，就理論上而言，在現今「長期的改變為常態，長期穩定為非常態的企業經營環境」中，將非緊要服務與作業委由其他組織之彈性作法確有必要(Robbins, 2001)。對此，一般對於非核心、具階段性與季節性等業務項目均可以委託外包，以不影響業務之推動為原則。台電公司目前在業務外包雖然已在執行，但成長比率仍有其空間，有待繼續努力，以精簡人力，降低用人成本。

#### (2) 建立智慧資本制度

由於台電公司的員工平均服務年資達 22.8 年、平均年齡高達 45.5 歲，無論在專業上及技術上的累積，可說是企業的一項寶貴資產，

如能妥善建立制度，必能發揮其功能。故建議台電公司仿效智庫觀念，及早建立智慧資本制度，當可減少人力需求數，進而降低用人成本。

### 3. 灰色系統運用方面

(1) 在本研究中，灰色系統理論被用來針對人力建構其量化的預測模式。根據現有之預測分析結果，不難發現灰色系統預測，除可完整的描述影響因子與人力間之關係外，亦可免除應用傳統統計方法時須先符合各種假設之條件。由於使用逐步迴歸分析法，其原始數據必須是二十五年以上，否則會影響其預測值，而本研究之對象台電公司在過去二十五年內的原始數據並不符合預估環境變化的數值，僅最近五年才符合本研究之目的，故本研究捨迴歸預測方法而採灰色預測方法，若未來資料增多時，亦可考慮採用迴歸分析預測方法。

(2) 本研究係以台電公司整個組織進行預測，雖然台電公司組織龐大，共分八大系統，各系統又分成若干單位，各系統職掌業務各有不同，然而，本研究所採用之灰色預測方法，亦可針對系統或單位進行預測，只要能找出其影響因子，即可用灰色關聯分析找出各因子的權重程度，並利用灰色預測模型來預測出人力供需量。

### 5.4 未來努力方向

整個研究過程中，雖然灰色系統預測方法可以運用於企業的人力資源預測，將來如果能夠將因電腦化、自動化及委外服務所執行之績效也納入考量進行灰關聯分析，當可使台電公司人力需求預測趨勢更為準確。

參考文獻

- Charlest, R.Jr. (1982). Manpower Planning System : Part one, Personnel Journal, 61.
- Dale, Y., & Paul, D. S.(1982).Personnel Management & Industrial Relation.
- Donlebell, O.J. (1977). Selecting Environmental Forecasting from Business Planning Requirements, Academy of Management Review.
- Jeffrey, N. O.(1987).Simple Sophisticated, Management World.
- Lance, A.B.(1976).Practical Management Manpower Planning, Personnel Journal.
- Lorgange, P., & Marphy, D. (1984). Bringing Human Resource into Strategic Planning–System Design Consideration, Strategic Human Resource Mangement, John Wiley & Sons.
- Mathis, R. L., & Jackson, J.H.(1991). Personnel and Human Resource Management, West Publishing Co.
- Mill, D. S. (1985).Planning with People in Mind, Harvard Business Review.
- Mondy, R.W., Robert, M., Robert, E.E.(1963). What the Staffing Function Entail, Personnel.
- Morgan, M.A.H., Douglas, A.M. (1979). Career development Strategies In Industry-Where Are We and Where Should We Be ? Personnel.
- Patrick, W., & George, M.(1992). Theoretical Perspective for Strageic Human Resource Management, Journal of Management.
- Robbins, S.P. (1994) Management, 4th ed., London: Prentice – Hall Internation edition.
- Robbins, S.P. (2001). Organizational Behavior, Prentice-Hall Inc.
- Schein, E.H. (1997).Increasing Organizational Effectiveness Through Better Human Resource Planning and Development, Slong Management Review.
- Thomas, H., & pattern, Jr.(1971). Manpower planning and The Development of Human Resource, New York: John Wiley & Sons.
- Vetter, E.W.(1978).Manpower Planning for High Talent Personnel, University of Michigan, Printed in U.S.A.
- Wendell, L.F. (1970).Personnel Management Process, Reprinted by Mei Ya Pub,inc..

## 參考文獻

- 于宗先(民 61)，經濟預測，台北：大中國出版社。
- 方世杰(民 77)，市場預測方法一百種，台北：書泉出版社。
- 王瓊敏(民 89)，電腦關鍵零組件之價格預測模式，全國碩士論文競賽論文集。
- 台灣電力公司人事處(民 90)，台灣電力公司九十年度人事統計要覽。
- 台灣電力公司企劃處(民 90)，台灣電力公司九十年度統計年報。
- 台灣電力公司企劃處(民 90)，台灣電力公司八十九年度國際電業績效評比。
- 田有力(民 85)，灰色理論在預測與決策之研究，國立成功大學機械工程博士論文。
- 任天文(民 89)，我國營建業專業人力規劃與管理之實證研究，國立中山大學人力資源管理研究所碩士論文。
- 吳明隆(民 90)，SPSS 統計應用實務，台北：松崗圖書公司。
- 吳秉恩(民 91)，分享式人力資源管理—理念、程序與實務，台北：翰蘆圖書公司。
- 吳家聲(民 73)，人力規劃及其預測方法(上)，勞工之友，399 期，第 6~9 頁。
- 吳博欽(民 75)，人力需求模型—台灣資訊專業人才之實證研究，國立政治大學經濟研究所碩士論文。
- 吳漢雄、鄧聚龍&溫坤禮(民 85)，灰色理論入門，台北：高立出版社。
- 吳靄書(民 80)，企業人事管理(人力資源管理)，台北：大中國圖書公司。
- 李正剛、黃金印(民 90)，人力資源管理—新世紀觀點，台北：前程企業管理公司。
- 李長貴(民 89)，人力資源管理—組織的生產力與競爭力，台北：華泰文化事業公司。
- 李振成(民 91)，人力規劃之研究—以警察人力需求預測為例，國立中央警察大學行政警察研究所碩士論文。
- 阮國榮(民 76)，企業內人力規劃—台灣鐵路人力規劃之個案研究，中國文化大學勞工研究所碩士論文。
- 林欽榮(民 87)，人事管理，台北：前程企業管理公司。
- 林進財、王淑滿&江長慈(民 88)，台灣地區海上航行員人力供需問題之

- 研究，交大管理學報，第十九卷第二期，第 85~101 頁。
- 邱皓政(民 90)，社會與行為科學的量化研究與統計分析，初版，台北：五南圖書出版公司。
- 施能仁、劉定焜(民 87)，台灣股價指數之避險操作—灰色滾動模式預測，灰色系統學刊，第一卷第二期。
- 洪宗貝、王乾隆&葉佳炫(民 89)，應用灰色理論於財務時間序列變動性分析，灰色系統理論與應用研討會。
- 范蕙美(民 81)，人力資源規劃理論之研究，國立台灣大學政治學研究所碩士論文。
- 徐昀(民 90)，經濟發展與犯罪—台灣經驗分析，國立政治大學中山人文社會科學研究所博士論文。
- 高木財(民 85)，人力資源規劃應用於我國國際電信管理局之研究，國立政治大學公共行政研究所碩士論文。
- 張偉哲、溫坤禮&張廷政(民 89)，灰關聯模型方法與應用，台北：高立圖書公司。
- 張婉玲(民 83)，壽險業人力資源規劃之研究，逢甲大學保險學研究所碩士論文。
- 張清溪、許嘉棟、劉鶯釗&吳聰敏(民 82)，經濟學理論與實際，二版，台北：雙葉書廊公司。
- 許士軍(民 72)，管理學，台北：東華書局。
- 許巧鶯(民 87)，應用灰色預測與灰色聚類於航空公司航線運量預測與型態設計，模糊系統學刊，第四卷第二期，第 51~62 頁。
- 許濱松(民 79)，人事行政，台北：華視文化事業公司。
- 陳瓊莉(民 84)，人力規劃理論與政府組織員額精簡之研究—高雄市政府為例，國立中興大學公共政策研究所碩士論文。
- 黃英忠(民 86)，人力資源管理，台北：三民書局。
- 黃泰林、王小娥&陳垂彥(民 87)，灰色理論在兩岸海運貨櫃運量預測之應用，長榮學報，第二卷第一期，第 103~123 頁。
- 黃淇竣(民 87)，台灣地區資訊電子產品生命週期探討及展望，國立中央大學資訊管理學研究所碩士論文。
- 黃龍興(民 67)，國營事業機構人力規劃之研究—國營交通事業之個案分析，國立政治大學公共行政研究所碩士論文。
- 楊國樞(民 80)，社會及行為科學研究法，十三版，台北：東華書局公司。

- 溫裕弘(民 87)，航空運量預測與航空網路設計之研究—應用灰色理論，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 葉至誠(民 86)，經濟發展與人力規劃，人力發展月刊，第三十七卷，第 23~24 頁。
- 葉怡成(民 86)，應用類神經網路，台北：儒林圖書公司。
- 葉怡成(民 91)，類神經網路模式應用與實作，台北：儒林圖書公司。
- 趙必孝(民 90)，國際人力資源管理，高雄：生合成出版社。
- 蔡玉雯(民 90)，台灣地區中等教育師資人力供需之研究，銘傳大學管理科學研究所碩士論文。
- 鄧聚龍(民 85)，灰色預測原理與應用，台北：全華出版社。
- 鄧聚龍、郭洪(民 89)，灰色系統理論與應用，台北：高立圖書公司。
- 謝安田(民 74)，人事管理，台北：謝安田發行。
- 謝坤民(民 86)，應用灰色預測餘人壽保險投保率之探討，高雄科技學院學報，第二十七卷，第 345~356 頁。
- 韓季霖(民 90)，台灣地區醫師人力供需之研究—灰色預測模式，銘傳大學管理科學研究所碩士論文。
- 顏月珠(民 74)，商用統計學，台北：三民書局。
- 羅文松(民 84)，公路運輸業人力資源規劃之研究—個案分析，國立中興大學公共政策研究所碩士論文。
- 譚伯群、謝秉蓉(民 91)，台灣電力公司民營化之人力資源規劃與預測，公營事業評論，第三卷第一期，第 45~92 頁。