

新北市政府 109 年度自行研究報告

新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫

一 監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想

研究機關：新北市政府秘書處

研究人員：曾子恆

研究期程：109 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日

新北市政府 109 年度自行研究成果摘要表

計 畫 名 稱	新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫 —監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想
期 程	自 109 年 01 月 01 日至 109 年 12 月 31 日
經 費	無
緣 起 與 目 的	新北市政府行政大樓自設計初期(92 年完工啟用)即導入建築自動化設計理念，但諸多未考慮到智慧建築的概念，從而限制了建築物整體管理的成效，因此進行系統整合為行政大樓邁向智慧建築的首要工作。 自 107 年導入並創立全國第 1 座公務機關「智慧能源管理中心」後，建築物能源管理系統（BEMS）提供高效率的自動化管理模式，但如能持續針對既有的使用者行為、電力數據以更多維度方式進行統計分析及加值應用，方能考慮更多變因，同時依據不同建築之功能、使用特徵、管理方式等之差異，以展現不同建築之效益目標，或是對系統進行進一步的優化。
方 法 與 過 程	本研究主要係參考國內外電力需求預測評估架構、內容及基準，採用文獻調查分析法以達成計畫目標。 透過明確的監測與評估(Monitoring and Evaluation)基準，建立各效益項目之評估基準，對電力管理能提供前、後效益之比較分析，做為改善營運策略之參考。
研究發現及建議	研究結果發現，月用電資料型態與原先所採用的時間序列—指數平滑法，更適用季節性整合型自迴歸移動平均模型模型(SARIMA)，而日用電負載則有待探討資料適用性，未來研究方向建議往建立適合的神經網路模型或是針對日負載資料做資料基載（base-load）、中載（intermediate-load）以及尖峰負載（peak-load）設計對應的函數，方能建立出更為準確的用電預測模型。

目錄

目錄	1
表目錄	2
圖目錄	3
第一章 緒論	5
壹、 研究動機及目的	5
貳、 研究方法與流程	5
參、 研究架構	8
第二章 研究背景介紹	9
壹、 背景資料介紹	9
貳、 整合後現況說明	15
第三章 模型建立成果說明	30
壹、 季節性整合型自迴歸移動平均模型(SARIMA).....	30
第四章 結論與未來研究方向	38
壹、 結論	38
貳、 未來研究方向	38
參考文獻	40

表目錄

表 2-1 新北市政府行政大樓變壓器規格表	11
表 2-2 新北市政府行政大樓變壓器規格表（續）	12
表 2-3 新北市政府行政大樓變壓器各時段負載量表	12
表 2-1 智慧監控功能.....	21
表 2-2 以時間序列之電量預測結果.....	24
表 3-2 MAPE 評估準則.....	32
表 3-3 月用電資料 MAPE(%)驗證分析.....	33
表 3-4 季節因子修正後預測結果.....	33
表 3-5 工作日與假日平均百分誤差	37

圖目錄

圖 2-1 新北市政府行政大樓外觀	9
圖 2-2 新北市政府行政大樓電力主變電站單線圖	13
圖 2-3 新北市政府行政大樓中繼變電站單線圖	13
圖 2-4 新北市政府行政大樓空調變電站單線圖	14
圖 2-5 新北市政府行政大樓電力單線圖	14
圖 2-6 連動系統架構圖.....	15
圖 2-7 系統整合平台整合架構圖	16
圖 2-8 直覺式入口頁面.....	17
圖 2-9 各子系統設備即時運轉資訊	18
圖 2-10 事件管理列表.....	18
圖 2-11 連動管理設定.....	19
圖 2-12 通知管理設定.....	19
圖 2-13 3D & Dashboard Interface.....	20
圖 2-14 子系統運轉報表.....	20
圖 2-15 用電度數.....	22
圖 2-16 電量預測結果.....	24
圖 2-17 每週用電情形.....	25
圖 2-18 平日平均負載.....	26

圖 2-19 假日平均負載.....	26
圖 2-20 國定連續假期平均負載.....	27
圖 2-21 現階段系統平日負載預測	28
圖 2-22 現階段系統假日負載預測	28
圖 2-23 現階段系統國定連續假期負載預測	29
圖 3-1 修正後電量預測結果.....	32
圖 3-2 加入季節因子後電量預測結果	36
圖 4-1 類神經網路結構設計示意圖	39
圖 4-2 資料群集處理程序.....	39

第一章 緒論

壹、研究動機及目的

新北市政府行政大樓自設計初期(92 年完工啟用)即導入建築自動化設計理念，但諸多未考慮到智慧建築的概念，從而限制了建築物整體管理的成效，因此進行系統整合為行政大樓邁向智慧建築的首要工作。

自 107 年導入並創立全國第 1 座公務機關「智慧能源管理中心」後，建築物能源管理系統 (BEMS) 提供高效率的自動化管理模式，但如能持續針對既有的使用者行為、電力數據以更多維度方式進行統計分析及加值應用，方能考慮更多變因，同時依據不同建築之功能、使用特徵、管理方式等之差異，以落實節能減碳之效益目標。

貳、研究方法與流程

因礙於人力限制，本研究新北市政府行政大樓節能減碳之效益評估架構，將以國內外電力需求預測研究文獻所陳述之效益評估方法、項目內容進行蒐集彙整。目前本研究採用常用來研究電力負載預測的技術，主要為「時間序列分析技術」。

其中時間序列分析對季節性趨勢更易於掌握，一般觀察時間序列資料由下列長期趨勢、循環變動、季節變動和不規則變動等四大組成因子所構成，本研究利用建築物能源管理系統所採集的電量、電費、外部環境參數(如溫度、濕度)等基本資料，並與台電所提供的電力資料做相互驗證。以下為常見的時間序列模型，說明如下：

一、自迴歸模型(AR, Autoregressive Models)

自迴歸模型是定態序列估計上最常用的模型之一，用同一變數例如 x 的之前各期，亦即 x_1 至 x_{t-1} 來預測本期 x_t 的表現，並假設它們為一線性關係，其表示式如下：

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

X_t : 所要預測的資料， X 資料集

c : 常數項

ε : 白噪音

φ_i : 第 i 期的自迴歸係數

二、移動平均模型(MA, Moving Average Models)

移動平均模型採用最近的實際資料預測未來期數，為簡單的平滑預測技術，基本概念為根據時間序列資料逐次推進，依次計算包含一定項數的平均，用來反映趨勢的成長或下降。其作用在於序列數值起伏較大不易顯示出趨勢時，使用移動平均可以消除這些因素的影響，其表示式如下：

$$X_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

X_t : 對下期的預測值

ε : 白噪音

θ_i : 第 i 期的移動平均係數

三、自迴歸移動平均模型(ARMA)

ARMA 模型由自迴歸模型（簡稱 AR 模型）與滑動平均模型（簡稱 MA 模型）為基礎「混合」構成，較擅長處理穩態(Stationarity)資料模型，其表示式如下：

$$X_t = c + \varepsilon_t + \sum_{p_i=1} \varphi_i X_{t-i} + \sum_{q_j=0} \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

X_t : 對下期的預測值

ε : 白噪音

θ_i : 第 i 期的移動平均係數

四、整合型自我迴歸移動平均模型(ARIMA)

ARIMA(p, d, q) 模型是 ARMA(p, q) 模型的擴展，其中差別在於 ARIMA 模型在處理非穩態時間序列會先將資料進行差分，將資料便為穩態序列，再使用 ARMA 模型進行預測，其表示式如下：

$$(1 - \sum_{p_i=1} \phi_i L_i)(1 - L)^d X_t = (1 + \sum_{q_i=1} \theta_i L_i) \varepsilon_t$$

X_t : 所要預測的資料

ε : 白噪音

θ_i : 第 i 期的移動平均係數

p : AR 之落後期數

q : MA 之落後期數

以上研究重點將著重於根據新北行政大樓負載預測模擬結果，提出未來平台負載預測優化、機關用電行為管理實務運作方向。

五、季節性整合自迴歸移動平均模型(SARIMA)

此模型源自於 SARIMA 的模型，而當模型處理的資料存在季節性的非平穩性問題時，則應該使用 SARIMA 模型，其表示式如下：

$$\Phi_p(L)\Phi_p(L^s)(1-L)^d(1-L^s)^D X_t = \theta_0 + \theta_q(L^s) \varepsilon_t$$

X_t : 時間序列資料

p : 季節性自回歸落後其數

d : 季節性差分次數

q : 季節性移動平均項落後期數

ε_t : 白噪音

參、研究架構

本研究重點為將現階段新北市政府行政大樓負載預測模型進行優化，訓練資料為當天(D)至七天後(D+7)之負載預測，以各自前一天誤差為權重，得出更為準確的模型，另研究比對 105 年至 109 年建築物能源管理系統 (BEMS)、台灣電力公司所提供的用電資料，以及其他環境因素進行說明。本研究報告共分為四大章節，內容如下述：

第一章：緒論

本章節說明本研究報告研究目的以及研究範圍，也說明現今常用來研究電力負載預測的技術，並簡要說明本研究報告架構。

第二章：研究背景介紹

本章節主要說明資料來源背景，含括樓地板面積、機電設備、變壓器各時段負載等新北市政府行政大樓建物與能耗相關基本資料，同時說明系統所採用的分析預測法，以及對新北市政府擬定節能管理策略於現階段的助益。

第三章：模型建立成果說明

透過探討季節性因子修正對於月用電負載以及日用電負載的影響，以獲得新北市能源耗用預測的最佳模型。

第四章：結論與未來研究方向

對研究成果進行討論，並提出針對日用電負載的未來研究方向。

第二章 研究背景介紹

壹、背景資料介紹

新北市政府行政大樓座落於新板橋車站特定專用區之核心，具地標建築及副都心功能，有臺鐵、高速鐵路及臺北都會捷運經過，配合公路以華江橋、華翠橋、光復橋連絡臺北市中心，特定專用區內東西走向之文化路一段、縣民大道二段及中山路一段等主要功能為穿越性交通，另民權路、漢生東路為主要聯外道路，新站路、新府路及區運路則為區內主要道路，各路寬度皆為 20M 以上，可提供良好之聯絡與集散功能，成為新北地區之交通樞紐，總工程預算共計 64 億 5,000 萬元，大樓高度 140.5 公尺，依據建築技術規則設計施工篇第 227 條為高超層建築。



圖 2-1 新北市政府行政大樓外觀

新北市政府行政大樓基本資料如下：

一、樓地板面積

- (一)基地位置：新北市板橋區中山路一段 161 號
- (二)基地面積：17,601 平方公尺（5,324 坪）
- (三)建築面積：7,012 平方公尺（2,121 坪）
- (四)總樓地板面積：159,128 平方公尺（48,136 坪）
- (五)垂直動線：客貨、緊急及身障電梯共 27 部、電扶梯 10 部
- (六)大樓高度：140.5 公尺
- (七)開挖深度：20.05 公尺

二、 大樓機電設備簡介

- (一)大樓之電力系統係向台電申請雙饋線供電(一為一般之高壓綜合用電，一為經常備用電力)，
- (二)以提高供電系統之可靠性若遭遇嚴重天災或人為事故，肇始二條饋線皆無法供電時則緊急發電機立即啟動，惟緊急發電機僅供給部份重要用電負載。
- (三)採向台電申請 22.8KV 雙饋線供電，以提高供電系統之可靠性，並設置 1,500KW×3 台併聯之緊急發電機系統，以備台電雙饋線皆斷電時所需緊急電源，原契約容量為 6,000KW，自民國 99 年 5 月起調整為 5,650KW。
- (四)大樓 B1F 設置電力主變電站以供應 B4F~14F 之所有用電負載，另於 15F 設中繼層變電站，供應 15F 以上之負載，惟 9F 災害應變中心及 16F 資訊中心機房之用電負載，則由設置於 B2F 之不斷電系統(UPS)以專用饋線供電。
- (五)大樓空調採用一般空調及儲冰系統共同運轉模式，可利用晚上離峰電力製冷，並將冷能以結冰方式儲存，在白天溶解釋放出低溫以供應空調負荷，若負載超過主機白天亦可運轉於一般空調模式，並結合溶冰效能可因應夏日尖峰高負荷。

三、電力系統設備電壓

- (一)動力：3 ψ 380V
- (二)公共照明：1 ψ 190V
- (三)公共插座：1 ψ 110V
- (四)ups 電源：3 ψ 380V，1 ψ 110V

四、空調系統設備電壓

- (一)離心式冰水主機：3 ψ 4,160V
- (二)螺旋式冰水主機：3 ψ 380V
- (三)滷水主機：3 ψ 380V
- (四)循環泵浦、冷卻水塔、空調箱等：3 ψ 380V

新北市政府行政大樓於民國 92 年 3 月完工落成啟用，圖 2-5 為其單線圖，由圖中可知大樓採輻射型及二次選擇型配電系統架構，該配電

設計共分為三個主變電站（電力主變電站、空調變電站、中繼變電站），電力主變電站共 6 回路、空調變電站共 5 回路、中繼變電站共 2 回路，以上合計 13 個回路，其中變壓器採 $\Delta-Y$ 結線共計 11 回路，11 回路中又以 10 回路二次測電壓為 380/220V，一回路二次測電壓為 190/110V；變壓器採 $\Delta-\Delta$ 結線共計 2 回路，二次測電壓為 4,160V，各變壓器規格如表 2-1 及表 2-2 所示。

以 108 年為例，全年尖峰最高需量 5,096KW，離峰最高需量 3,136 KW，週六半尖峰最高需量 4,064KW，總用電度數（Kwh）為 1,908 萬 2,400 度，全年電費計新台幣 5,542 萬 5,424 元，平均電價為 2.9 元/度。用電超出契約容量僅為 9 月份 5,096KW（契約容量 5,025KW），其餘月份均低於契約容量，契約容量明顯偏高，經試算最佳契約容量為 4,500KW，故於 108 年 11 月份，向台電南區營業處調降契約容量為 4,500KW，預估每年可節省電費支出約新臺幣 80 萬元。

表 2-1 新北市政府行政大樓變壓器規格表

變壓器名稱	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4	TR-5	TR-6	TR-7
結線方式	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W	3Ø4W
結線型式	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$	$\Delta-Y$
一次測電壓 (KV)	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
二次測電壓 (V)	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220	190/110	380/220
設備容量 (KVA)	2,500	2,000	2,500	1,000	2,000	1,000	2,500
鐵損 (W)	6,000	5,000	6,000	2,850	5,000	2,850	6,000
銅損 (W)	20,500	18,090	20,500	12,350	18,090	12,350	20,500
IR(%)	0.82	0.9	0.82	1.24	0.9	1.24	0.82
IX(%)	5.95	5.93	5.95	5.87	5.93	5.87	5.95
Z(%)	3.13	3.30	3.13	3.45	3.30	3.45	3.13
負載容量	力 2070HP 燈 200KVA	燈 700KVA	力 1860HP 熱 389KW 燈 6.6KVA	燈 915.5KVA	燈 1556.1KV A	燈 1852KVA	力 2104.5HP 燈 392KW
用途	B1~B4 動力	B2 UPS	1~14F 一般動力	B4~8F 一般燈插	1~14F 一般燈插	1~RF 緊急插座	15~32F 一般動力

第二章 研究背景介紹

表 2-2 新北市政府行政大樓變壓器規格表（續）

變壓器名稱	TR-8	TR-9	TR-10	TR-11	TR-12	TR-13
結線方式	3Ø4W	3Ø4W	3Ø3W	3Ø3W	3Ø4W	3Ø4W
結線型式	Δ-Y	Δ-Y	Δ-Δ	Δ-Δ	Δ-Y	Δ-Y
一次測電壓 (KV)	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
二次測電壓 (V)	380/220	380/220	4160	4160	380/220	380/220
設備容量 (KVA)	2,500	500	2,000	2,000	2,500	2,500
鐵損 (W)	6,000	1,700	5,000	5,000	6,000	6,000
銅損 (W)	20,500	6,130	18,090	18,090	20,500	20,500
IR(%)	0.82	1.23	0.9	0.9	0.82	0.82
IX(%)	5.95	5.87	5.93	5.93	5.95	5.95
Z(%)	3.13	6.03	3.30	3.30	3.13	3.13
負載容量	燈 1984.3 KVA	力 332HP	1345 KW	1375 KW	3039.2KVA	3019.7KVA
用途	15~32F 一般燈插	災害應變中心空調	空調負載 (CH-1/BCH-1)	空調負載 (CH-2/BCH-2)	空調負載	空調負載

表 2-3 新北市政府行政大樓變壓器各時段負載量表

變壓器 編號	容量 (KVA)	夏月負載容量 (KVA)		非夏月負載容量 (KVA)		夜間負載容量 (KVA)	假日負載容量 (KVA)
		尖峰	離峰	尖峰	離峰		
TR-1	2,500	254	198	234	181	175	152
TR-2	2,000	401	383	398	378	371	381
TR-3	2,500	298	203	277	196	121	172
TR-4	1,000	156	144	152	137	89	118
TR-5	2,000	491	311	457	302	161	188
TR-6	1,000	61	36	43	32	16	31
TR-7	2,500	245	197	201	188	64	192
TR-8	2,500	598	444	587	403	187	346
TR-9	500	105	82	68	43	24	33
TR-10	2,000	857	12	10	8	617	447
TR-11	2,000	893	323	391	291	625	587
TR-12	2,500	998	345	660	286	263	279
TR-13	2,500	1,083	656	721	603	267	476

註：夏月（6月至9月）、非夏月（10月至隔年5月）；尖峰時段為
08:00~18:00，離峰時段為 18:00~24:00，夜間時段為 00:00~08:00，假日時段為
08:00~24:00。

新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫 — 監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想

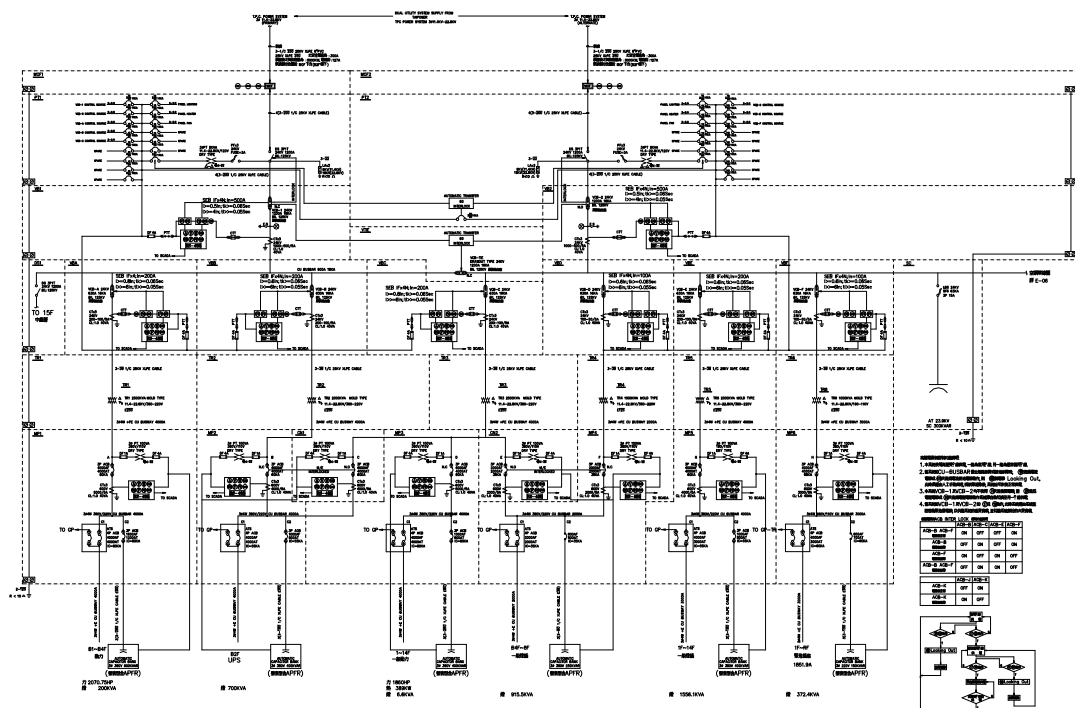


圖 2-2 新北市政府行政大樓電力主變電站單線圖

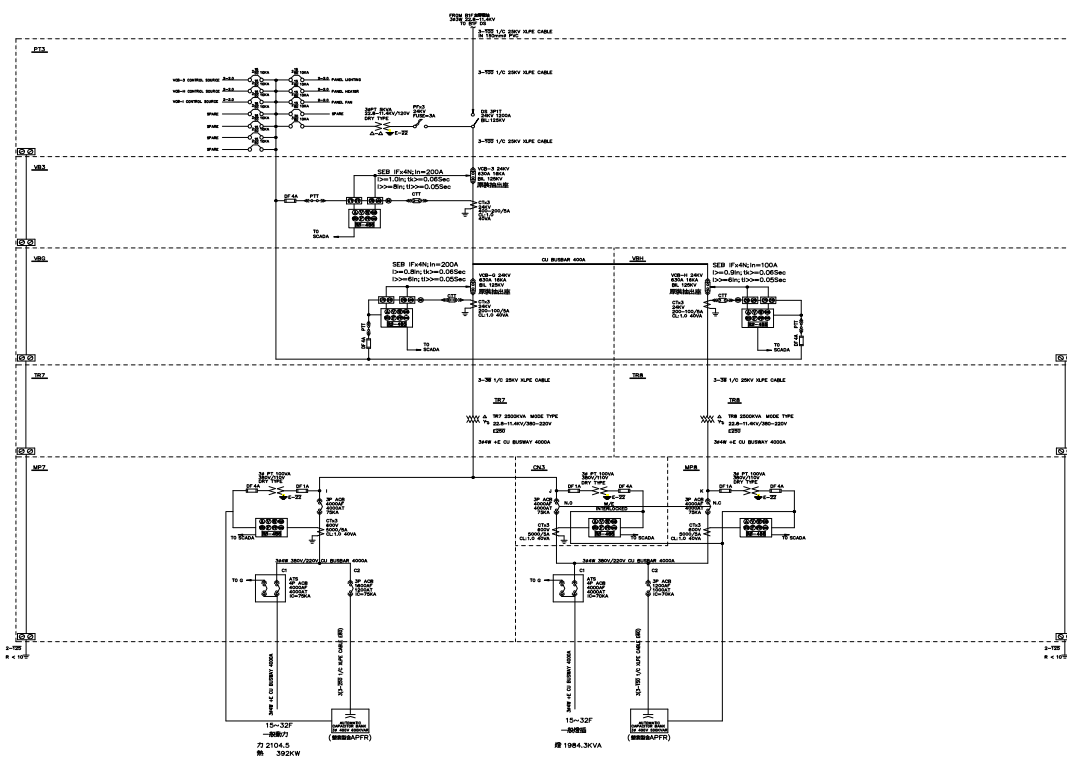


圖 2-3 新北市政府行政大樓中繼變電站單線圖

第二章 研究背景介紹

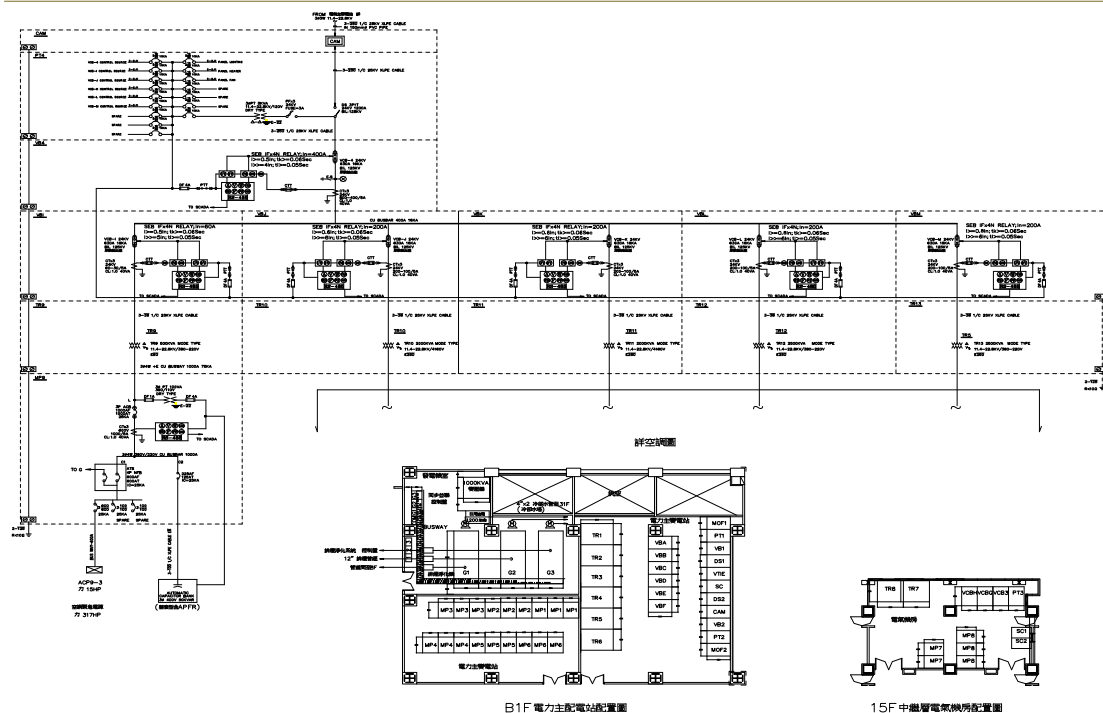


圖 2-4 新北市政府行政大樓空調變電站單線圖

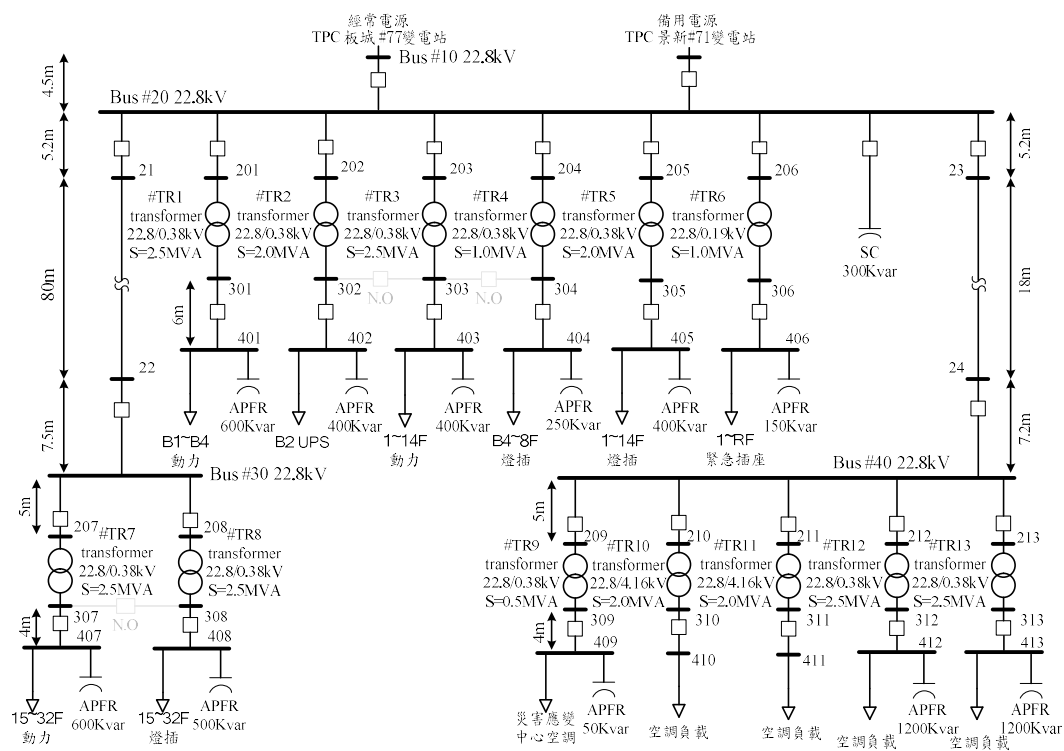


圖 2-5 新北市政府行政大樓電力單線圖

貳、整合後現況說明

一、建築物能源管理系統（BEMS）架構

（一）建築物能源管理平台整合架構圖

經由技術探討之後，現階段規劃的系統整合平台將以物聯網

（IoT）的通訊架構為基礎，並採取開放式通訊格式，以期達到彈性的跨系統整合架構。圖 1 為平台系統架構圖，圖中的藍色框格中為整合平台包含之各項服務，線條箭頭代表彼此互相溝通關係，下列將針對各個服務進一步細部功能的說明。

1. MQTT Broker

- （1）負責處理平台與平台服務、監控程式(MQTT Client Agent)之間的訊息交換，並且監控各系統服務程式的連線狀況。
- （2）負責與各系統監控程式(MQTT Client Agent)溝通，接收各系統/設備的事件訊息或發送命令至各系統/設備。
- （3）將各系統發出的事件訊息，儲存至資料庫(Raw Data)，作為其他服務分析管理使用。
- （4）Event handler
 - Interaction，根據管理者設定的連動規則，在接收到對應的事件訊息之後，負責執行不同連動規則下，不同系統設備之間的動作。
 - Notification，根據管理者設定的通知規則，在接收到對應的事件訊息之後，負責發送不同類型的訊息格式(e.g., LINE、文字簡訊、Email、語音簡訊、APP 推播等)與內容。

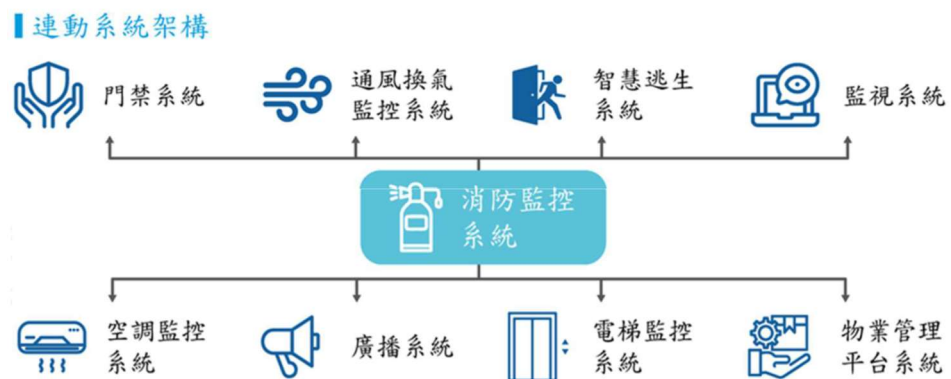


圖 2-6 連動系統架構圖

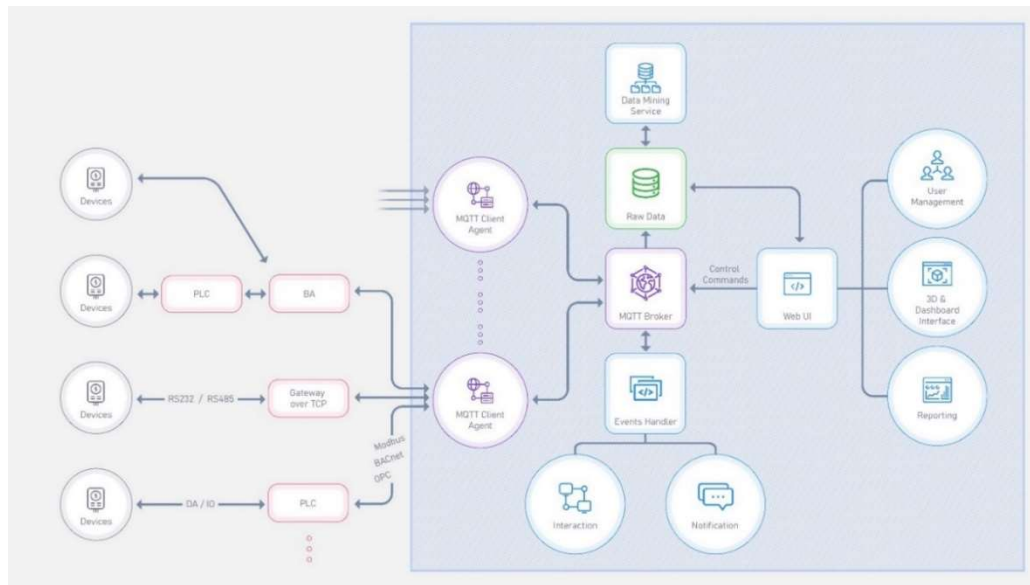


圖 2-7 系統整合平台整合架構圖

2. MQTT Client Agent

- (5) 高度彈性整合：可彈性針對不同的系統設備對應不同整合方式，由架構圖(如圖 1)得知，在硬體上可與 PLC 讀取數位與類比訊號或直接透過網路型設備以 Modbus、BACnet、LonTalk...等通訊協定溝通。在軟體上的溝通則可以透過 OPC、Web API、系統提供的 API...等溝通。由此可知平台可適性化針對不同系統設備做彈性的整合，因此不須更換任何系統設備就可以進行整合溝通。
- (1) 與 MQTT Broker 通訊：採用 MQTT 協定通訊，此協定極度輕量化可以承受大量的通訊點，可容納的整合子系統及其設備的數量相當龐大，因此保有極大的拓展空間，不因整合數量的成長造成需要更動整體通訊架構。與 MQTT Broker 做即時訊息交換，訊息內容為下列幾種：
- 接收管理者下達的監控訊息命令。
 - 轉送由「各系統管理軟體或其設備」的相關資訊（設備列表、設備運作狀態、告警資訊...等）給平台進行呈現與紀錄，或執行跨系統設備連動等功能。
 - 發送模擬訊息至平台，進行平台的例行性測試，確保系統穩定度及可靠度。

(2) 子系統設備監控功能：此功能為 MQTT Client Agent 程式能與子系統管理軟體或設備進行溝通與整合，溝通及整合的方式須視不同廠商的管理軟體與設備的特性及作法，各 MQTT Client Agent 程式將有不同的整合方法。綜觀來說，子系統整合的最主要及必備的功能項目如下：

- 監控各系統運作狀況(如，設備列表、設備運作狀態、告警資訊...等)。
- 若子系統管理軟體可對其設備進行控制時，MQTT Client Agent 亦須能驅使子系統管理軟體進行控制(如，設備開關、設備數值更動...等)。

3. Raw Data 資料庫

提供不同設備儲存各項運轉資訊、平台管理設定資訊、各系統設備事件內容、統計分析數據報表及平台使用與系統運轉日誌...等資料儲存與紀錄。

4. Data Mining Service

讀取分析 Raw Data 進行各項統計分析與演算法計算，再將分析歸納後的資料回傳給 Raw Data 做紀錄。

5. Web UI

(1) User Management

- 提供直覺化入口頁面讓管理員快速掌握到各項子系統設備運轉資訊。



圖 2-8 直覺式入口頁面

- 各系統管理，提供各子系統設備監控，如，各個子系統設備即時運轉資訊、參數控制、設定修改、設備於建築

物中的空間位置

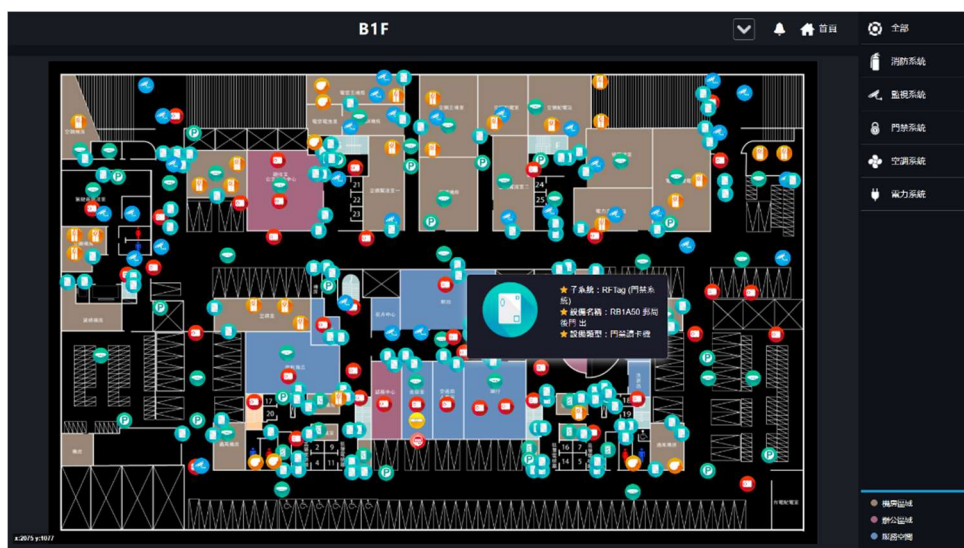


圖 2-9 各子系統設備即時運轉資訊

- 事件管理，各項子系統各項事件即時內容與處理狀況顯示、告警、狀況回報紀錄與歷史事件查詢。

編號	發生時間	事件類型	事件描述	子系統	設備	Line訊息	功能
91	2020/12/18 22:20:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 1樓 1區 121號 煙感 - 晶聯金龍 (控制室)	22:20:51: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 22:20:51: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
90	2020/12/18 22:19:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 1樓 1區 121號 煙感 - 晶聯金龍 (控制室)	22:20:26: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 22:20:26: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
89	2020/12/18 22:19:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 1樓 1區 121號 煙感 - 晶聯金龍 (控制室)	22:19:55: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 22:19:55: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
88	2020/12/10 00:44:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 14號 火警 - 排煙器 / 電機組 (火災偵測器)	00:45:19: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 00:45:19: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
87	2020/12/10 00:44:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 14號 火警 - 排煙器 / 電機組 (火災偵測器)	00:45:29: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 00:45:29: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
86	2020/12/10 00:43:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 14號 火警 - 排煙器 / 電機組 (火災偵測器)	00:44:43: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 00:44:43: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
85	2020/12/10 00:41:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 14號 火警 - 排煙器 / 電機組 (火災偵測器)	00:41:55: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 00:41:55: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
84	2020/12/10 00:40:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 14號 火警 - 排煙器 / 電機組 (火災偵測器)	00:41:07: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 00:41:07: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
83	2020/12/09 10:32:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 3樓 1區 44號 煙感 (火災偵測器)	10:32:52: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 10:32:52: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
82	2020/12/04 14:48:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 54號 煙感 (火災偵測器)	14:48:59: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 14:48:59: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
81	2020/12/03 09:43:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 地下1樓 1區 13號 火警 - 地下停車場 (火災偵測器)	09:44:37: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 09:44:37: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍
80	2020/11/22 14:12:00	火警警報	火災	消防 (傳動) (消防系統)	1樓 20樓 1區 54號 煙感 - 晶聯金龍 (控制室)	14:12:58: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager), 14:12:58: 發送事件通知訊息 (傳動訊息: Line, 對象訊息: Manager),	🔍

圖 2-10 事件管理列表

- 連動管理，提供設定不同事件發生時對應哪些系統設備動作，設定完畢的規則如火警發生時，平台針對規則連動監視系統的幾台攝影設備、門禁系統遠端開門與透過 Line 傳遞火警訊息通知相關人員。



圖 2-11 連動管理設定

- 通知管理，提供不同通知類型如，LINE、文字簡訊、email、語音簡訊...等，讓管理人員針對需求設定不同告警類型作通知。



圖 2-12 通知管理設定

(2) 3D & Dashboard Interface

一般傳統之中央監控系統採用 2D 圖像操作人機界面，透過平面或昇位圖呈現方式讓管理者瞭解設備狀態與各項警報故障訊息，此案系統整合平台可導入 3D 視覺化與

Dashboard 頁面，以 3D 模型與 Dashboard 操作各項監控系統，可有效、快速引導管理人員與系統維運人員直覺化的操作環境，提升人機界面友善度與便利性，創造高度附加價值。



圖 2-13 3D & Dashboard Interface

(3) Reporting

- 報表：可將各個子系統設備相關運作資訊、於建築物中的部屬情況、各項事件紀錄、平台操作之日誌...等提供相關報表匯出列印做管理與趨勢檢視。

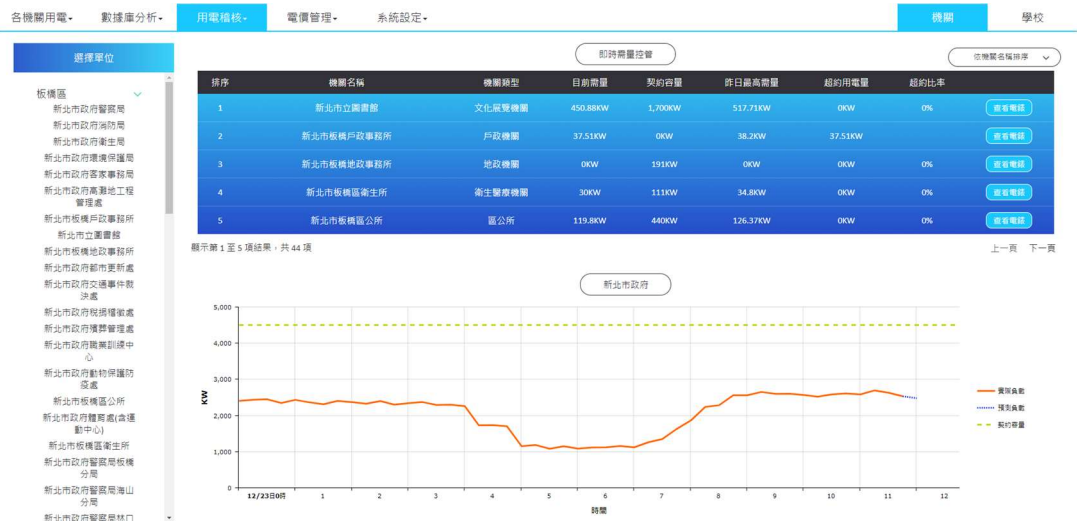


圖 2-14 子系統運轉報表

(二)智慧監控功能說明

新北市政府於 2018 年導入建築物能源管理系統後，整體能源使用效率大幅提升，系統主要提供之監控功能簡要說明如下：

表 2-1 智慧監控功能

項次	監控功能	功能說明
(一)	照明智慧控制	1. 清查、修改並整合既有二線控照明模組以及廣場照明，並進行照明群組化設定，有效降低人力投入成本，更進一步配合節能績效保證專案(Energy Saving Performance Contracts)策略性汰換燈管，也將較少使用的區域更換為感應式照明。
(二)	電梯運轉分析	1. 在導入電梯設備運轉資訊(OPC)後，配合空調系統進行連動，根據電梯乘載人數區域性啟停 VAV 系統。 2. 透過人流估算，有效抑制尖峰負載。
(三)	空調運轉分析	1. 掌握空調主機效能並有效統計出空調負荷、儲冰系統儲冰量等，提供最佳融冰投入時間建議。 2. 既有空調系統經長年使用，部分感測元件損壞，進而增設溫溼度錶介接至系統，配合連動調節外氣風量。
(四)	給排水系統	1. 增設智慧水錶及液位計配合連動控制，智慧數值設定高低水位警報，確保運轉及放流狀態。
(五)	能源管理系統	1. 建置用電歷程數據庫，並從空間及時間等多維度進行分析，視覺化儀表板有助管理者訂立能源決策。
(六)	連動通報機制	1. 整合平台具備發出訊息通知，即時聯絡管理人員或相關單位，達到智慧化通知功能。
(七)	智慧設施管理	1. 提供巡檢維修人員以 RFID 的方式取得設施履歷資料，讓設備基本規則與對應檢查表單的取得簡單，取代傳統繁冗的巡檢流程。

二、 導入後用電概況

(一)總體用電成效

新北市政府行政大樓於民國 92 年啟用時，府內員工人數僅有 2,700 人，而截至 108 年已經增加到 5,200 人，使用人數大幅增加的情況下用電卻持續下降，正是因為有效的能源管理策略，導入能源管理系統後於隔年度(108 年)更創下自 92 年市府大樓啟用以來用電量最低的紀錄。

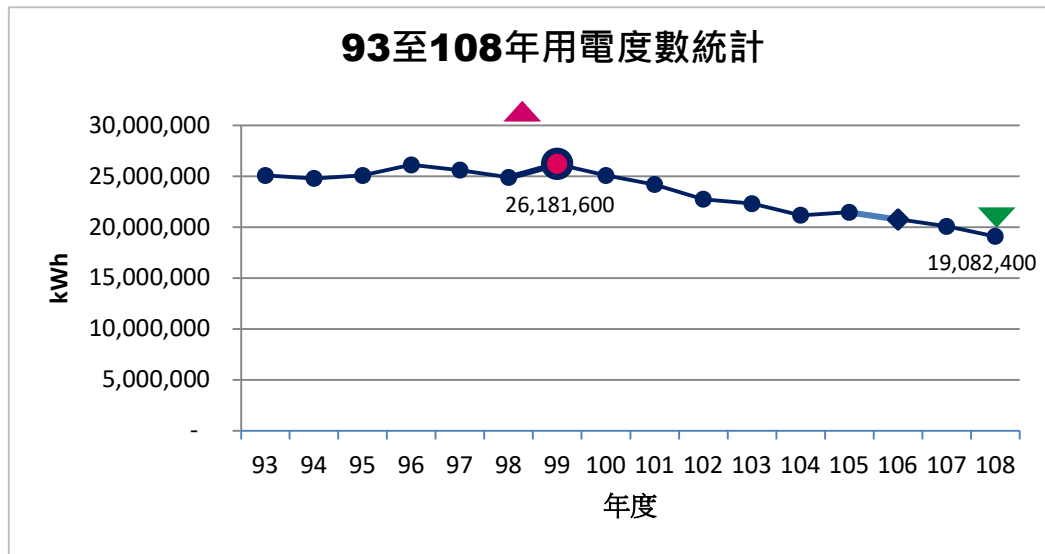


圖 2-15 用電度數

(二)現階段預測流程及方法

1. 月用電負載

以時間序列分析中的平滑預測技術，根據歷史用電量計算包含一定項數的平均並進行預測，本研究資料所使用的歷史資料範圍為 105 年至 109 年建築物能源管理系統（BEMS）的負載，預測月當月使用前一月的 12 筆資料，對離預測期較近的數據給予較大的權數，預測結果如下表所示：

表 2-2 以時間序列之電量預測結果

年	月	原始值	趨勢值	誤差值
106	1	1,652,000	1,539,169	-112,831
106	2	1,451,200	1,593,099	141,899
106	3	1,315,200	1,614,214	299,014
106	4	1,554,400	1,674,681	120,281
106	5	1,524,800	1,714,666	189,866
106	6	1,722,400	1,745,636	23,236

新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫
 — 監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想

106	7	1,872,000	1,775,297	- 96,703
106	8	2,039,200	1,810,464	-228,736
106	9	2,174,400	1,856,324	-318,076
106	10	2,008,800	1,908,455	-100,345
106	11	1,784,000	1,978,747	194,747
106	12	1,662,400	1,996,400	334,000
107	1	1,540,800	1,484,728	- 56,072
107	2	1,468,000	1,500,822	32,822
107	3	1,130,400	1,552,957	422,557
107	4	1,540,000	1,574,604	34,604
107	5	1,578,400	1,625,905	47,505
107	6	1,921,600	1,683,783	-237,817
107	7	1,761,600	1,752,602	- 8,998
107	8	1,968,800	1,794,695	-174,105
107	9	2,068,000	1,838,467	-229,533
107	10	1,789,600	1,873,837	84,237
107	11	1,700,800	1,880,314	179,514
107	12	1,600,800	1,902,503	301,703
108	1	1,477,600	1,460,462	- 17,138
108	2	1,404,800	1,482,791	77,991
108	3	1,081,600	1,511,528	429,928
108	4	1,392,000	1,547,429	155,429
108	5	1,529,600	1,575,363	45,763
108	6	1,698,400	1,617,776	- 80,624
108	7	1,720,800	1,646,814	- 73,986
108	8	1,955,200	1,691,228	-263,972
108	9	1,939,200	1,737,623	-201,577
108	10	1,679,200	1,766,752	87,552
108	11	1,661,600	1,790,883	129,283
108	12	1,542,400	1,823,621	281,221
109	1	1,396,800	1,374,000	- 22,800
109	2	1,242,400	1,392,591	150,191
109	3	1,222,400	1,403,588	181,188

第二章 研究背景介紹

109	4	1,391,200	1,471,464	80,264
109	5	1,302,400	1,515,457	213,057
109	6	1,621,600	1,539,428	- 82,172
109	7	1,782,400	1,579,640	-202,760
109	8	2,032,000	1,631,843	-400,157
109	9	1,929,600	1,687,220	-242,380
109	6	1,621,600	1,539,428	- 82,172
109	7	1,782,400	1,579,640	-202,760
109	8	2,032,000	1,631,843	-400,157
109	9	1,929,600	1,687,220	-242,380

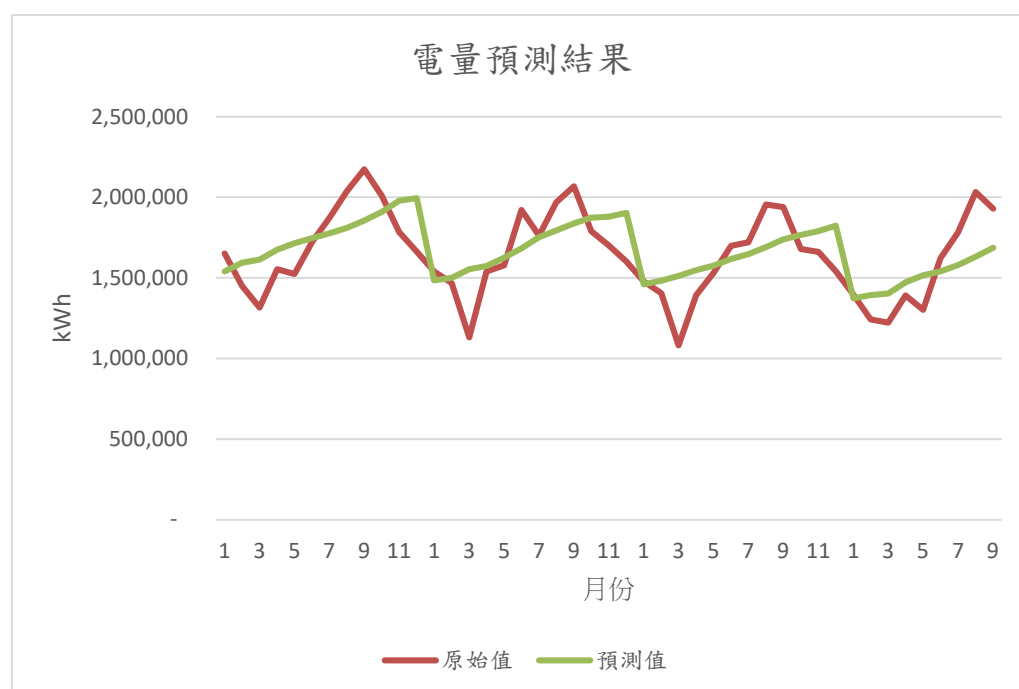


圖 2-16 電量預測結果

由預測結果可以看出與原始值仍有一段落差仍需進行修正，因此在第三章節將完整呈現以此模型為基礎的修訂過程。

2. 平假日用電占比

在 109 年 8 月至 109 年 12 月的用電資料中，可以發現週間用電排名前三為星期一到星期三，於 2-2-3 將更進一步說明於不同平、假日以及國定連續假期負載曲線。

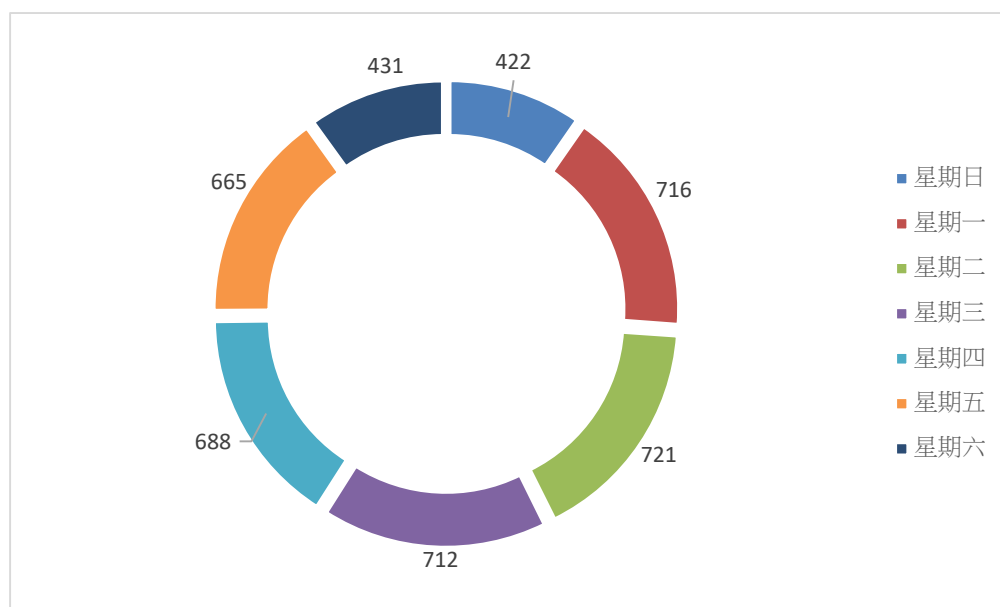


圖 2-17 每週用電情形

3. 日用電負載

(1) 原始資料類型

本研究此處所採用的資料為 109 年 8 月至 109 年 11 月由系統資料庫所匯出的負載，記錄方式為每 15 分鐘一筆，一天共 96 筆資料，共 11,713 筆負載資料輸出。當中日負載資料分為三類，平日 83 天、假日 32 天、國定連續假期 7 天(中秋節、國慶假期)，可詳見下頁圖說。

第二章 研究背景介紹

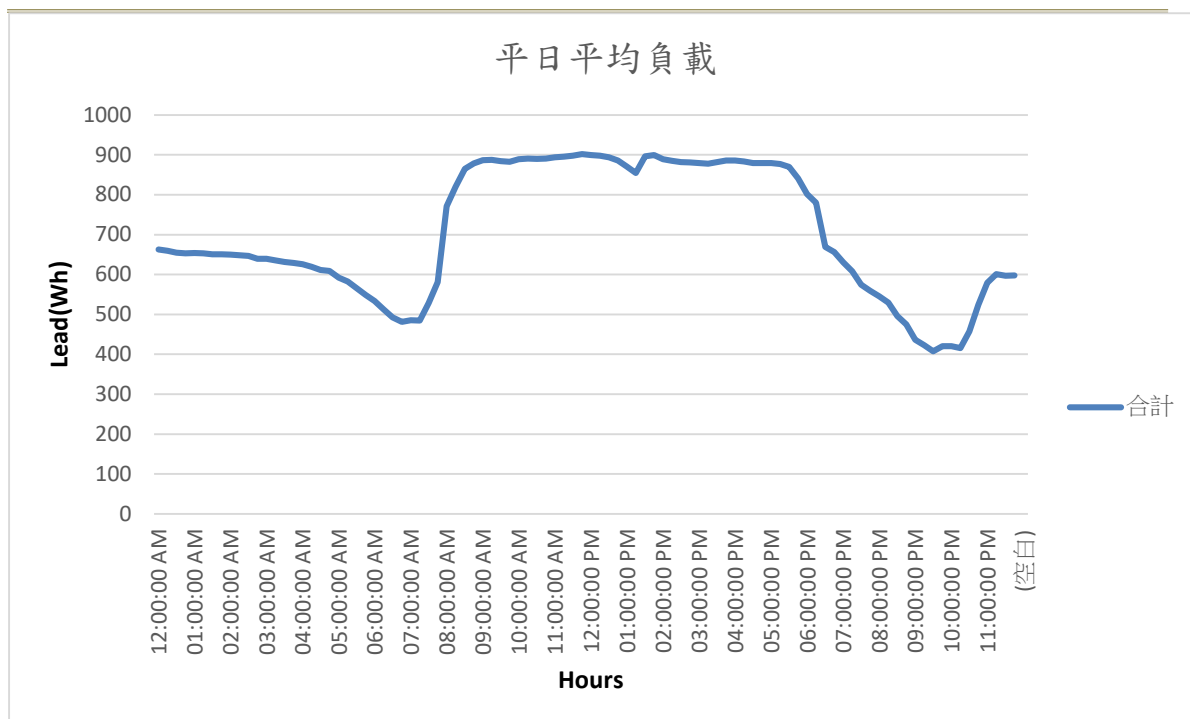


圖 2-18 平日平均負載

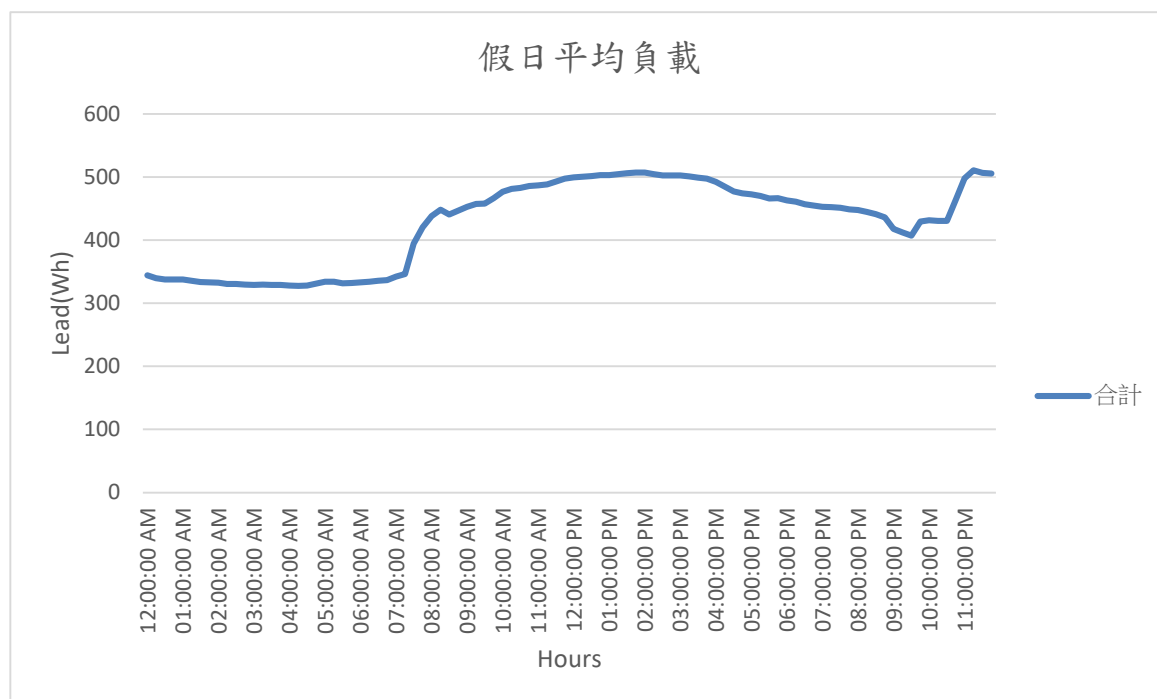


圖 2-19 假日平均負載

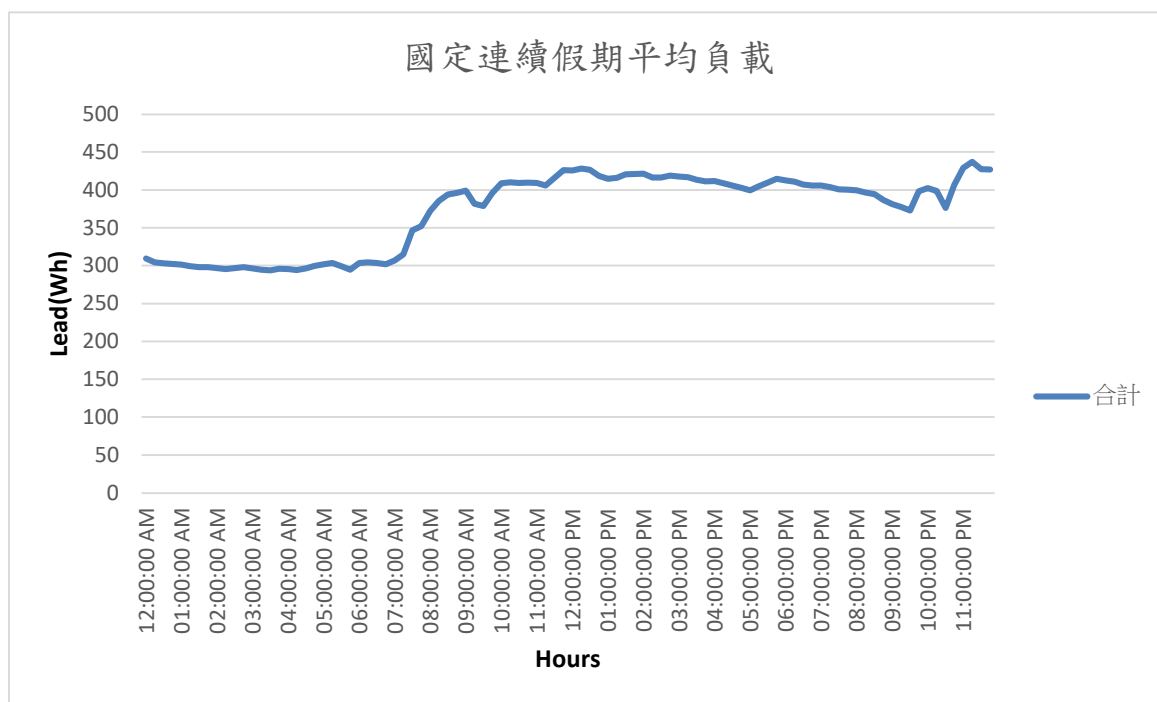


圖 2-20 國定連續假期平均負載

以上 109 年 8 月至 109 年 11 月的用電資料可歸納出以下幾個要點:

- 平日 07:00 過後用電量開始上升，約於五點過後用電量開始明顯減少。另外以平日用電量與假日用電量做相較，每個時段皆平均多出 200 至 400 瓦特小時的用電量。
- 假日與國定連續假期的用電模式較為類似，而從 07:30 過後用電量開始上升(行政大樓內部基本機電設備啟動)，約至 16:30 時用電量開始略趨緩，另外假日用電量明顯較平日低。
- 其中平日與假日用電型態最大殊異之處，是在於尖峰時段的用電量，因此如何優化尖峰時段的用電預測是重要課題之一。

(2) 資料預測

預測日當日所使用的負載為前一日的 96 筆負載，去預測當下的 24 筆負載(00:00~06:00)，而模型建立將信心水準訂定於 90%，預測輸出如下：

第二章 研究背景介紹

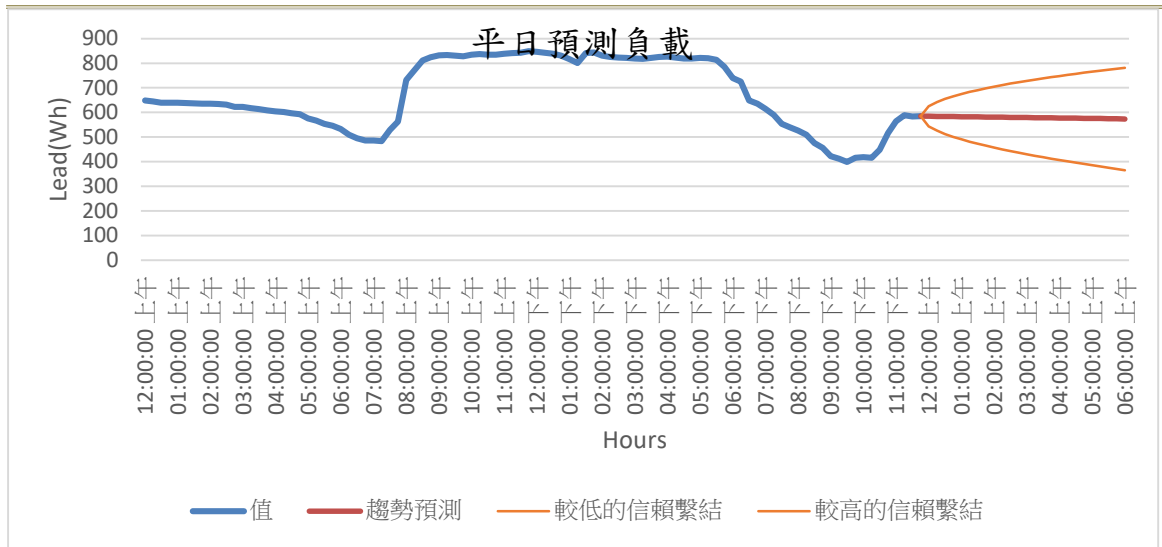


圖 2-21 現階段系統平日負載預測

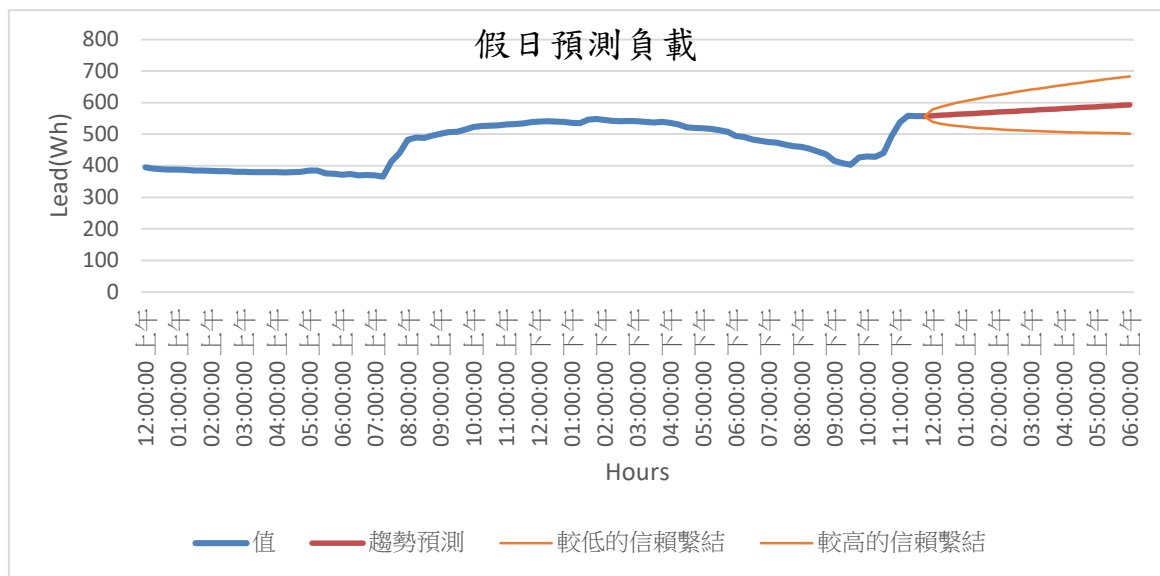


圖 2-22 現階段系統假日負載預測

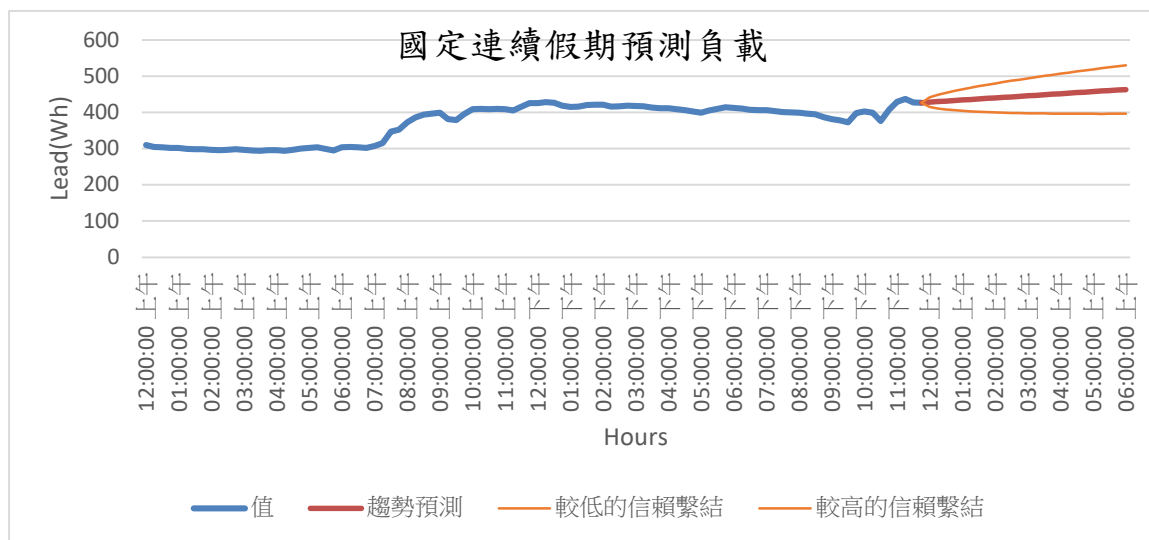


圖 2-23 現階段系統國定連續假期負載預測

三、 改善負載預測

由本章節可以發現，目前平台的負載預測精準度仍有待改善，過高或過低的需求量預測，都會導致不必要的電力儲備、機組運作成本等，平台預測能力如能改善，不僅能協助管理人員預先制訂良好的時間排程，以空調系統為例像是冰機啟停時間、更精確的設定製冰投入時間，更能降低整體機電設備運轉成本等，同時制訂有效的電力需求預測計畫。

因此於以下章節針對負載預測進行優化，為不同的用電資料型態找到最適合的模型應用，以期有助於改善負載預測之精確度。

第三章 模型建立成果說明

壹、季節性整合型自迴歸移動平均模型(SARIMA)

一、季節因子參數調整

1. 月用電預測

經第二章分析後可發現，原始的負載資料並非穩態，因此本研究改為利用季節性整合型自迴歸移動平均模型以 105 年(12 個月)為一週期進行預測，針對 106 年第一季開始進行預測，可以發現此預測準確度不佳，因此輔以用原始電量與第一次預測結果(趨勢值)作為輸入變數，兩者之誤差補償預測做為輸出變數，所得出調整後季節因子進行改善修正，準確度與初始時間序列所得之比較有顯著改善，因此導入的監控系統皆搭配調整後季節因子模型做為誤差補償，以提升精確度。

以 109 第一季 2、3 月誤差絕對值為例，分別為 150.1、181.1 千度，既有預測準確性有待改善，因此輔以 1.2.3 節所介紹的季節性整合自迴歸移動平均模型(SARIMA)加以修正改善，修正後的預測誤差絕對值為 26.0、65.1 千度，所得的均方根誤差(MSW)僅為 1.38 千度，誤差預測效果改善約 99.1%，整體準確值與系統原始預測方法指數平滑法相較下有相當顯著的改善。

表 3-1 季節因子修正後預測結果

年	月	原始值	趨勢值	誤差值	調整後 季節因子	修正後 誤差值
106	1	1,652,000	1,539,169	-112,831	0.931851396	- 112,581
106	2	1,451,200	1,593,099	141,899	1.026549342	38,528
106	3	1,315,200	1,614,214	299,014	1.067122095	88,279
106	4	1,554,400	1,674,681	120,281	1.093768088	145,753
106	5	1,524,800	1,714,666	189,866	1.047386346	72,255
106	6	1,722,400	1,745,636	23,236	0.986007834	- 24,100
106	7	1,872,000	1,775,297	- 96,703	0.926755622	- 137,113
106	8	2,039,200	1,810,464	-228,736	0.889485487	- 225,361
106	9	2,174,400	1,856,324	-318,076	0.900778025	- 215,748
106	10	2,008,800	1,908,455	-100,345	0.953603487	- 93,201
106	11	1,784,000	1,978,747	194,747	1.057031942	101,745
106	12	1,662,400	1,996,400	334,000	1.159573006	265,274

新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫
 — 監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想

107	1	1,540,800	1,484,728	- 56,072	0.946414586	- 82,564
107	2	1,468,000	1,500,822	32,822	1.021336166	31,321
107	3	1,130,400	1,552,957	422,557	1.064678431	73,112
107	4	1,540,000	1,574,604	34,604	1.034911946	53,764
107	5	1,578,400	1,625,905	47,505	0.979263944	- 32,730
107	6	1,921,600	1,683,783	-237,817	0.937514613	- 120,072
107	7	1,761,600	1,752,602	- 8,998	0.915887513	- 148,173
107	8	1,968,800	1,794,695	-174,105	0.91597512	- 165,428
107	9	2,068,000	1,838,467	-229,533	0.950284264	- 102,812
107	10	1,789,600	1,873,837	84,237	0.996845801	- 5,645
107	11	1,700,800	1,880,314	179,514	1.07012553	119,270
107	12	1,600,800	1,902,503	301,703	1.165550963	265,014
108	1	1,477,600	1,460,462	- 17,138	0.971198893	- 42,557
108	2	1,404,800	1,482,791	77,991	1.06080842	85,424
108	3	1,081,600	1,511,528	429,928	1.09712	105,045
108	4	1,392,000	1,547,429	155,429	1.08823823	122,828
108	5	1,529,600	1,575,363	45,763	1.02206662	33,753
108	6	1,698,400	1,617,776	- 80,624	0.954299309	- 77,618
108	7	1,720,800	1,646,814	- 73,986	0.904960911	- 163,543
108	8	1,955,200	1,691,228	-263,972	0.904529965	- 186,663
108	9	1,939,200	1,737,623	-201,577	0.934358501	- 127,292
108	10	1,679,200	1,766,752	87,552	0.981919436	- 30,361
108	11	1,661,600	1,790,883	129,283	1.067893448	112,812
108	12	1,542,400	1,823,621	281,221	1.175245953	270,299
109	1	1,396,800	1,374,000	- 22,800	0.954451534	- 63,622
109	2	1,242,400	1,392,591	150,191	1.020959181	26,040
109	3	1,222,400	1,403,588	181,188	1.053295879	65,149
109	4	1,391,200	1,471,464	80,264	1.074829986	104,103
109	5	1,302,400	1,515,457	213,057	1.017610147	22,935
109	6	1,621,600	1,539,428	- 82,172	0.937003254	- 102,156
109	7	1,782,400	1,579,640	-202,760	0.875039009	- 222,730
109	8	2,032,000	1,631,843	-400,157	0.865469779	- 273,365
109	9	1,929,600	1,687,220	-242,380	-	-

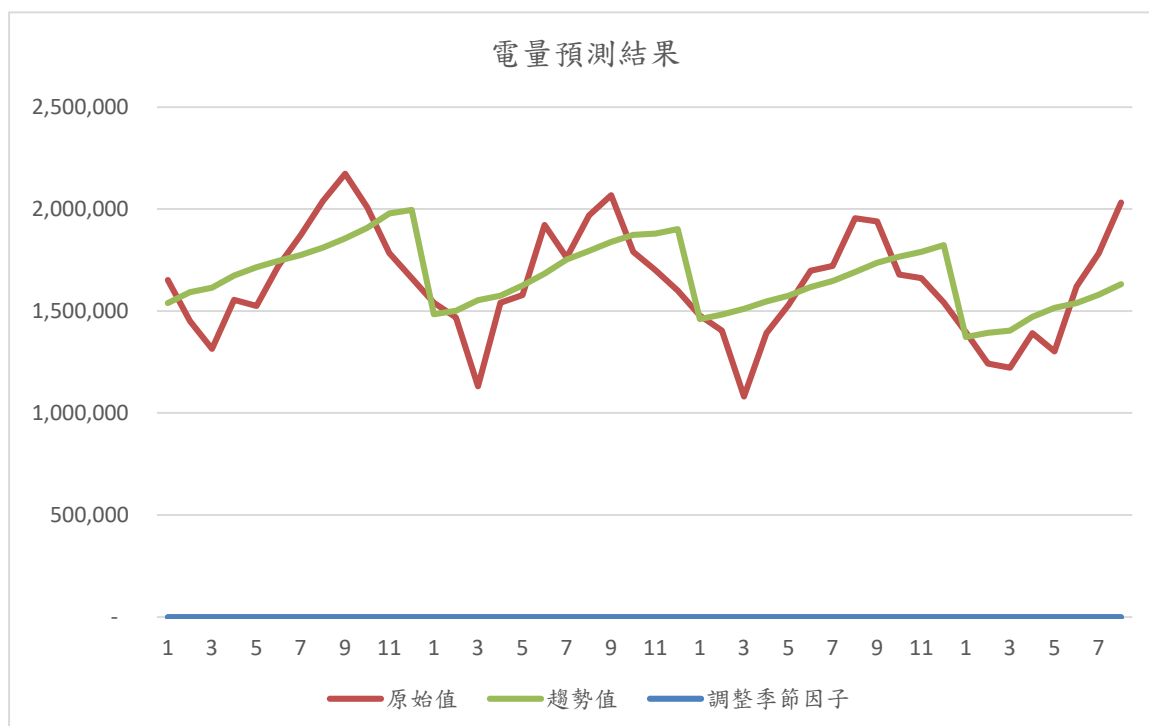


圖 3-1 修正後電量預測結果

由預測結果可以看出負載曲線是否正確合理，除了觀察負載曲線之外，還可以利用預測值與真實值的差異驗證，本驗證則是利用平均絕對值誤差率(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)來進行耗能預測誤差驗證，其表示式如下：

$$MAPE = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \left| \frac{x(k) - x'(k)}{x(k)} \right| \times 100\%$$

一般而言，MAPE 越接近 0 表示預測效果越佳，評估準則如下表 3-2，另外可以發現，月用電資料在季節因子調整後平均絕對百分誤差有顯著的改善。

表 3-2 MAPE 評估準則

MAPE(%)	預測標準
<10	高準確預測
10-20	優良預測
21-50	合理預測
>50	不準確預測

表 3-3 月用電資料 MAPE(%)驗證分析

月份	調整前 MAPE(AVG.)	調整後 MAPE(AVG.)
1	-6.19%	-7.19%
2	5.39%	1.11%
3	21.15%	4.83%
4	6.23%	5.75%
5	8.35%	1.16%
6	-4.55%	-4.76%
7	-4.11%	-9.90%
8	-13.53%	-11.03%
9	-11.35%	-5.68%
10	5.03%	0.20%
11	11.47%	7.84%
12	17.45%	14.88%
總計	2.39%	-0.65%

2. 日用電預測

日用電資料預測部份，本研究先是以上個月同期做分析，但資料落差過大，因此以下改以上週同期(D-7)進行預測，說明表列如下：

表 3-4 季節因子修正後預測結果

日期	原始值	趨勢值	誤差值	調整後 季節因子	修正後 誤差值
2020/09/01	787.03	685.59	-101.44	0.92	-59.55
2020/09/02	770.51	696.15	-74.35	0.93	-38.22
2020/09/03	762.43	699.51	-62.92	0.95	-32.70
2020/09/04	723.42	697.52	-25.91	0.89	-53.08
2020/09/05	416.96	688.78	271.82	0.63	-158.10
2020/09/06	395.07	675.15	280.07	0.92	-22.26
2020/09/07	729.42	667.29	-62.13	1.73	637.65
2020/09/08	727.74	671.25	-56.49	0.93	-18.39
2020/09/09	767.76	682.14	-85.62	1.08	64.47

第三章 模型建立成果說明

2020/09/10	733.74	686.04	-47.70	0.90	-47.42
2020/09/11	740.16	683.75	-56.41	0.98	5.50
2020/09/12	433.66	676.04	242.38	0.64	-161.88
2020/09/13	420.40	664.09	243.69	0.95	-9.89
2020/09/14	770.51	659.23	-111.28	1.72	678.10
2020/09/15	814.16	666.52	-147.64	1.04	44.44
2020/09/16	814.83	679.35	-135.48	0.97	-12.16
2020/09/17	792.30	685.74	-106.56	0.93	-51.46
2020/09/18	767.77	686.26	-81.51	0.91	-40.73
2020/09/19	440.05	679.91	239.86	0.62	-170.36
2020/09/20	410.13	667.81	257.69	0.91	-24.88
2020/09/21	768.61	660.82	-107.79	1.77	693.89
2020/09/22	753.95	666.20	-87.75	0.96	-35.74
2020/09/23	702.33	676.72	-25.62	0.91	-44.82
2020/09/24	746.85	680.31	-66.54	1.00	87.50
2020/09/25	695.43	677.06	-18.37	0.90	-54.48
2020/09/26	566.97	669.92	102.95	0.83	-97.39
2020/09/27	378.61	658.36	279.75	0.72	-96.49
2020/09/28	688.67	650.28	-38.39	1.74	537.65
2020/09/29	693.73	654.62	-39.11	0.95	-27.09
2020/09/30	652.06	663.77	11.71	0.90	-62.57
2020/10/01	335.50	659.26	323.76	0.52	-160.29
2020/10/02	340.30	644.28	303.98	0.96	-13.62
2020/10/03	361.52	630.46	268.95	1.00	2.94
2020/10/04	405.74	617.83	212.09	1.07	45.87
2020/10/05	712.53	612.08	-100.45	1.70	537.00
2020/10/06	676.02	616.58	-59.43	0.90	-61.35
2020/10/07	679.15	625.41	-53.74	0.96	-30.85
2020/10/08	651.35	628.62	-22.74	0.91	-51.13
2020/10/09	375.64	621.42	245.79	0.59	-150.06
2020/10/10	387.27	609.53	222.26	0.98	-6.98
2020/10/11	398.48	597.73	199.26	0.98	7.73
2020/10/12	700.03	591.82	-108.20	1.69	508.82

新北市政府行政大樓監控系統整合改善計畫
 — 監控系統現況效益評估與耗能預測改善構想

2020/10/13	695.78	595.83	-99.95	0.94	-36.79
2020/10/14	679.55	604.45	-75.10	0.93	-46.83
2020/10/15	677.71	606.70	-71.01	0.95	-33.13
2020/10/16	667.04	603.16	-63.88	0.94	-32.38
2020/10/17	387.55	593.47	205.93	0.59	-153.02
2020/10/18	388.81	579.86	191.05	0.97	-0.11
2020/10/19	656.33	571.58	-84.75	1.62	428.50
2020/10/20	658.18	573.79	-84.39	0.95	-28.99
2020/10/21	702.54	582.27	-120.27	1.01	14.74
2020/10/22	622.34	584.26	-38.08	0.84	-88.84
2020/10/23	610.74	579.82	-30.92	0.95	-17.17
2020/10/24	355.30	571.62	216.32	0.60	-140.68
2020/10/25	359.72	559.51	199.78	0.97	5.29
2020/10/26	633.28	552.45	-80.83	1.68	474.64
2020/10/27	665.84	553.35	-112.49	1.01	6.48
2020/10/28	663.97	559.70	-104.27	0.95	-31.72
2020/10/29	667.76	563.70	-104.06	0.95	-25.16
2020/10/30	701.19	563.13	-138.05	1.03	28.71
2020/10/31	727.50	564.41	-163.09	0.99	-8.05
2020/11/01	727.50	572.19	-155.31	0.95	-39.66
2020/11/02	678.22	584.27	-93.96	0.88	-65.57
2020/11/03	652.77	594.37	-58.39	0.92	-45.19
2020/11/04	614.34	602.70	-11.64	0.90	-57.63
2020/11/05	626.22	604.22	-22.00	0.96	-13.43
2020/11/06	652.10	602.66	-49.44	1.00	15.41
2020/11/07	394.73	597.38	202.65	0.62	-148.23
2020/11/08	377.23	587.97	210.74	0.92	-18.59
2020/11/09	625.97	588.28	-37.69	1.59	391.46
2020/11/10	617.08	596.06	-21.02	0.93	-34.46
2020/11/11	614.51	603.45	-11.05	0.94	-24.53
2020/11/12	611.34	604.93	-6.41	1.01	7.29
2020/11/13	613.76	602.55	-11.21	0.95	-4.86
2020/11/14	393.88	596.27	202.39	0.65	-132.73

2020/11/15	392.43	586.85	194.41	0.96	-1.71
2020/11/16	640.71	581.97	-58.75	1.57	393.93
2020/11/17	655.64	586.19	-69.44	0.99	-9.70
2020/11/18	662.89	595.15	-67.73	0.96	-21.76
2020/11/19	668.06	599.41	-68.65	0.96	-26.17
2020/11/20	670.18	600.06	-70.12	0.95	-17.70
2020/11/21	400.11	594.93	194.82	0.61	-150.50
2020/11/22	401.90	586.22	184.32	0.96	-1.82
2020/11/23	664.34	583.72	-80.62	1.60	415.95
2020/11/24	665.77	590.02	-75.75	0.95	-29.02
2020/11/25	664.27	600.13	-64.13	0.95	-31.84
2020/11/26	673.95	605.30	-68.66	0.96	-20.81
2020/11/27	642.77	605.90	-36.87	0.91	-48.12
2020/11/28	404.79	600.95	196.16	0.63	-143.50
2020/11/29	385.13	591.95	206.82	0.93	-17.85
平均總計	602.25	621.34	19.09	0.99	27.69

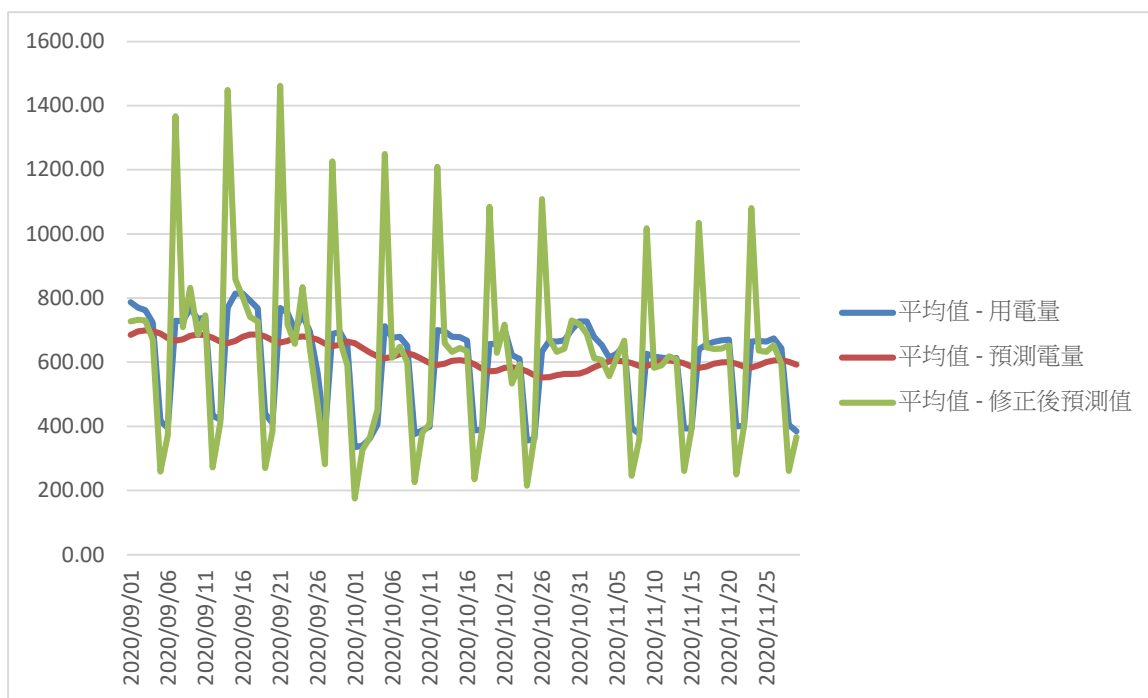


圖 3-2 加入季節因子後電量預測結果

由圖形結果可以看出，平均絕對百分比誤差(MAPE)由

3.07%提升到了 4.40%，SARIMA 模型較不適用於日用電趨勢，較適合採用原先的移動平均模型做日負載估算。但也可以發現時間序列模型會受異常數值的影響很大，導致誤差擴大，從同一時間區段，也可以觀察出週一到週日的平均百分誤差以週四至週六較大，表列如下：

表 3-5 工作日與假日平均百分誤差

星期	調整前 MAPE(AVG.)	調整後 MAPE(AVG.)
一	2.7%	-12.4%
二	2.6%	-12.5%
三	2.7%	-13.0%
四	2.9%	-13.2%
五	3.0%	-12.9%
六	3.0%	-12.7%
日	2.8%	-12.3%

第四章 結論與未來研究方向

壹、結論

本研究探討重點是在於建立適合新北市政府行政大樓之負載預測模型，根據耗能預測結果，提供未來一星期每小時更為準確的用電趨勢。該負載預測模型不僅考慮歷史負載做為輸入預測，同時更考量了歷史資料遠近之權重、季節因子、平日、假日、連續假期等參考因素。

而本研究根據不同參數考量，混和了時間序列分析中的指數平滑法(ES)、季節性整合自回歸移動平均模型(SARIMA)，並針對該兩種方法用於 105-109 年的月負載模型以及於平日負載預測的準確性，其結果皆顯示季節性整合自回歸移動平均模型(SARIMA)優於既有預測方法。

貳、未來研究方向

一、月用電資料型態較適用於 SARIMA 模型

可以看出月用電較在採用季節性整合型自迴歸移動平均模型(SARIMA)後，預測較為準確。平台未來可從較為簡單的移動平均模型(MA)調整為季節性整合自回歸移動平均模型(SARIMA)。

二、日用電資料模型適用性仍待探討

如前述 24 小時資料影響因素更多，因此日負載預測可能需選擇其他資料處理方法建立預測模型，以下簡述未來研究的可能發展方向

1. 類神經網路模型應用於負載預測

類神經網路的優點在於可接受不同種類的變數當作輸出，只需要提供訓練所需的輸入值及輸出目標值，即可找出兩者間的對應關係，但缺點在於難以證明輸入值與權重對於輸出目標的關係。

而神經元主要分為輸入層(Input Layer)、隱藏層(Output Layer)、輸出層(Output Layer)三種，而每層神經元輸出都連結至下一層神經元的輸入，而下一層神經元的輸入值則是上一層神經元的輸出總和，因此類神經網路結構型態設計就成為模型間差異的關鍵。

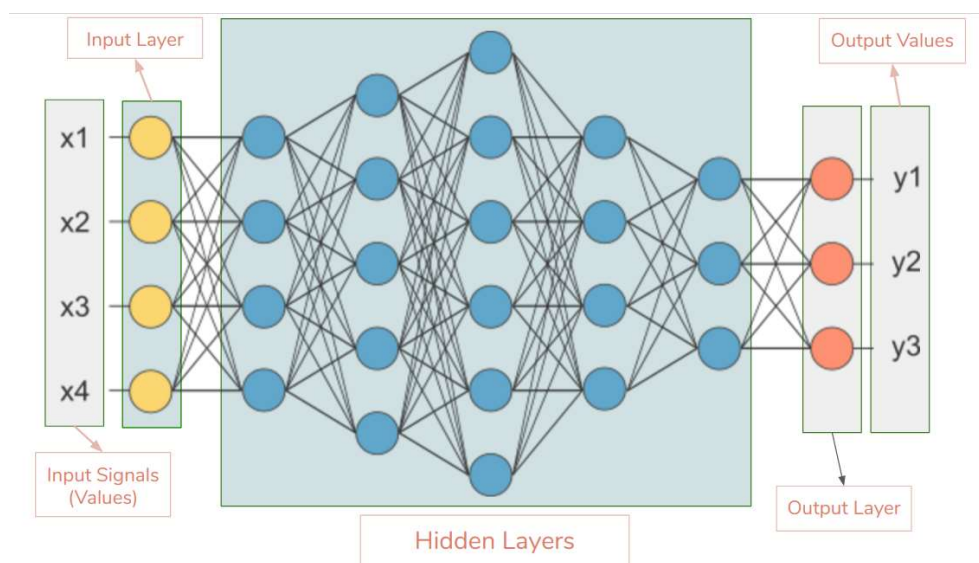


圖 4-1 類神經網路結構設計示意圖

2. 資料群集處理法模式應用於負載預測

將每日負載劃分為三類:基載(Base Load)、中載(Medium Load)以及尖峰負載(Peak Load)，並須針對此三種資料型態設計對應的函數。



圖 4-2 資料群集處理程序

參考文獻

- [1] 董道廷，電力系統短期負載預測，國立中山大學電機工程學系碩士論文，106 年 8 月。
- [2] Kumar, S.V. and Vanajakshi, L., Short-Term Traffic Flow Prediction Using Seasonal ARIMA Model with Limited Input Data. European Transport Research Review, 7, 1-9, 2015.
- [3] 羅煌木，利用類神經網路改進時間序列之電量預測，96 年。
- [4] 史光榮，電力系統動態狀態估計與負載預測之研究，91 年。