

114-031-5529  
MOTC-IOT-112-IDB019

# 電動大客車智慧充電服務驗證(1/2) -智慧充電管理系統實證

著者：張念慈、林幸加、詹嘉文、巫文心、曹晉瑜、  
董又銘、廖建韋、黃品慈、吳東凌、張益城  
陳國岳

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 12 月

## 國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

電動大客車智慧充電服務驗證. (1/2), 智慧充電管理系統  
實證 / 張念慈, 林幸加, 詹嘉文, 巫文心, 曹晉瑜, 董  
又銘, 廖建韋, 黃品慈, 吳東凌, 張益城, 陳國岳著. -  
- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 114. 12  
面 ; 公分  
ISBN 978-986-531-725-6(平裝)

1. CST: 電動車 2. CST: 電池工業 3. CST: 大眾運輸工  
具 4. CST: 運輸管理

447.21

114017754

### 電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)- 智慧充電管理系統實證

著 者：張念慈、林幸加、詹嘉文、巫文心、曹晉瑜、董又銘、廖建韋、黃品  
慈、吳東凌、張益城、陳國岳

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 114 年 12 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 57 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：250 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組・電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011401530 ISBN：978-986-531-725-6 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所  
書面授權。

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)- 智慧充電管理系統實證			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-725-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1011401530	運輸研究所出版品編號 114-031-5529	計畫編號 112-IDB019
本所主辦單位：運輸科技及資訊組 主管：張益城 計畫主持人：吳東凌(前主管) 研究人員：張益城、陳國岳 聯絡電話：(02)2349-6881 傳真號碼：(02)2545-0426	合作研究單位：財團法人工業技術研究院、鼎漢國際工程顧問股份有限公司、新動智能股份有限公司 計畫主持人：張念慈 研究人員：林幸加、詹嘉文、巫文心、曹晉瑜、董又銘、廖建韋、黃品慈 地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓 聯絡電話：(02)2748-8822		研究期間 自 112 年 06 月 至 112 年 12 月
關鍵詞：電動大客車；智慧充電；示範計畫；最佳充電排程			
摘要： 為鼓勵客運業者使用電動大客車，交通部自 108 年起，提供相關補助 (含示範計畫與一般型計畫)，然而當車隊的大客車逐漸擴大面改用電動大客車時，將衍生充電問題；由於大客車停車場限制，目前客運業者以一部大客車對一組充電槍的方式來設置充電站，會使得部份大客車的充電和運行排程難以匹配，影響業者的營運。因此，基於資源的有效利用和控制營運成本的前提下，如何建立合理的電動大客車和充電站數量配比，同時提高車隊稼動率，並掌握車隊各車輛的資訊是重要議題。 本計畫預設在電動大客車擴大推廣使用後，針對數量眾多的電動大客車集中於定點場域進行充電時，探索包括電網調控、充電設備設置和最有效使用，該車隊最佳充電排程的解決方案。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 12 月	214	250	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：1. 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2. 本研究係使用交通部公路局經費辦理。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS  
INSTITUTE OF TRANSPORTATION  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Electric Bus Smart Charging Service Verification (1/2) – Smart Charging Management System Practical			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-725-6 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011401530	IOT SERIAL NUMBER 114-031-5529	PROJECT NUMBER 112-IDB019
DIVISION: Transportation Information & Technology Division DIVISION DIRECTOR: Yi-Cheng Zheng PRINCIPAL INVESTIGATOR: Dong-Ling Wu PROJECT STAFF: Yi-Cheng Zheng 、 Kuo-Yueh Chen PHONE: +886-2-23496881 FAX: +886-2-545-0426			PROJECT PERIOD  FROM June 2023 TO December 2023
RESEARCH AGENCY: Industrial Technology Research Institute 、 THI Consultants Inc 、 neopower technology Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Nien-Tzy Chang PROJECT STAFF: Hsin-Chia Lin, Wen-Hsin Wu, Addison Zhan, Chin-Yu Tsao, Chien-Wei Liao, Pin-Tzu Huang ADDRESS: 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu, Taiwan 310401, R.O.C. PHONE: +886-3-582-0100			
KEYWORDS: Electric Bus; Smart Charging; Demonstration Project; Optimal Charging Schedule			
ABSTRACT:  <p>In order to encourage the application of electric buses (EB), the Ministry of Transportation and Communications (MOTC) has been providing subsidies (including demonstration and general programs) since 2008. However, as the fleet increases, there will be a charging problem. Due to the limitations of parking space for buses, the current model of setting up charging stations by the bus operators – one bus per charging nozzle – will make it difficult to meet the charging requirements of some buses in order to fit their operational schedules. This will make it difficult to match the charging and operation schedules of some buses, and will further affect the operations of the operators. Therefore, based on the premise of effective resource utilization and control of operating costs, it is important to establish a reasonable ratio between the number of electric buses and the number of charging stations, while also improving the fleet turnover rate.</p> <p>This project is designed to explore the optimal charging scheduling solution, including grid control, charging equipment setup, and the most efficient use of the fleet when charging a large number of electric buses at a fixed location.</p>			
DATE OF PUBLICATION  December 2025	NUMBER OF PAGES  214	PRICE  250	
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. The budget of this research project is contributed by Highway Bureau, MOTC.			



# 目 錄

第一章 緒論.....	1-1
1.1 計畫背景分析.....	1-1
1.1.1 計畫緣起.....	1-1
1.1.2 計畫目的及重要性.....	1-2
1.2 計畫範圍與對象.....	1-3
1.3 計畫內容與工作項目.....	1-4
1.4 預期成果與應用.....	1-8
第二章 計畫實施策略.....	2-1
2.1 計畫架構與研究流程.....	2-1
2.2 計畫研究方法.....	2-2
2.2.1 現況分析.....	2-2
2.2.2 系統驗證.....	2-3
2.2.3 政策輔佐.....	2-4
2.2.4 成果推廣.....	2-5
2.3 計畫進行步驟.....	2-6
2.3.1 現況分析.....	2-6
2.3.2 系統驗證.....	2-10
2.3.3 政策輔佐.....	2-13
2.3.4 成果推廣.....	2-15
2.4 預定進度甘梯圖（Gantt Chart）.....	2-54
第三章 現況分析.....	3-1
3.1 國內外電動大客車智慧充電管理系統案例.....	3-1
3.1.1 國內案例.....	3-1
3.1.2 國外標竿案例.....	3-6
3.1.3 公共充電站案例.....	3-18
3.1.4 案例綜整分析.....	3-21
3.2 國內電動大客車充電管理推動情形.....	3-27
3.2.1 國內電動大客車充電系統使用現況.....	3-27

3.2.2 國內電動大客車充電系統使用議題 .....	3-30
3.3 智慧充電管理系統推動策略 .....	3-37
第四章 系統驗證 .....	4-1
4.1 電動大客車智慧充電管理系統性能提升 .....	4-1
4.1.1 提升軟體穩定性及運算效率 .....	4-1
4.1.2 導入與整合電動大客車車機資料 .....	4-4
4.1.3 智慧充電演算法理論架構 .....	4-6
4.1.4 智慧充電管理系統優化 .....	4-12
4.2 智慧充電管理系統功能強化 .....	4-16
4.2.1 系統資料來源及其功能說明 .....	4-16
4.2.2 智慧充電管理系統之完整控制邏輯 .....	4-20
4.2.3 智慧排程充電狀態電子看板 .....	4-24
4.3 專家委員交流與指導 .....	4-25
4.3.1 充電設備商交流情形 .....	4-25
4.3.2 智慧充電示範計畫專家座談會 .....	4-26
4.3.3 地方政府說明會交流情形 .....	4-28
4.3.4 總用電量限制(不得超過契約容量) .....	4-25
4.3.5 智慧充電管理系統特色 .....	4-26
第五章 系統數據分析與效益評估 .....	5-1
5.1 本計畫系統與國內其他充電排程系統之比較 .....	5-1
5.2 智慧充電管理系統之數據分析、關鍵指標與儀表版建立 .....	5-2
5.3 智慧充電管理系統使用前後之效益評估 .....	5-4
5.3.1 智慧充電管理系統質化效益 .....	5-4
5.3.2 智慧充電管理系統量化效益 .....	5-6
5.3.3 智慧充電管理系統產業效益 .....	5-8
第六章 政策輔佐 .....	6-1
6.1 電動大客車充電場域導入智慧充電系統之政策交流 .....	6-1
6.2 推動電動大客車充電相關政策建言 .....	6-8
第七章 成果推廣 .....	7-1

7.1 辦理智慧充電管理成果發表與交流會 .....	7-1
7.2 成果宣導影片製作及活動參與 .....	7-3
7.3 成果投稿研討會或國內外期刊 .....	7-9
7.4 成果展示於運輸年會展覽 .....	7-9
7.5 2024 台北智慧城市創新應用獎獲獎肯定 .....	7-11
第八章 結論與建議 .....	8-1
8.1 結論 .....	8-1
8.2 建議 .....	8-4
參考文獻	
附錄一 本計畫系統相關資訊符號對照表	
附錄二 107 年度臺北市調度站契約電量估算表	
附錄三 客運業者拜訪交流會議-第 1 場(首都客運)	
附錄四 客運業者拜訪交流會議-第 2 場(中興巴士)	
附錄五 客運業者拜訪交流會議-第 3 場(中興巴士)	
附錄六 客運業者拜訪交流會議-第 4 場(首都客運)	
附錄七 計畫期中審查意見與辦理回覆表	
附錄八 計畫期末審查意見與辦理回覆表	

## 表 目 錄

表 2.3-1 本計畫交流會議初步考量邀集對象列表 .....	2-14
表 3.1-1 國內外智慧充電應用案例彙整 .....	3-22
表 3.1-2 國內外智慧充電應用案例功能與本計畫比較 .....	3-24
表 3.1-3 國外公共充電站案例彙整 .....	3-25
表 3.2-1 不同充電系統之導入狀況 .....	3-28
表 4.1-1 智慧充電控制邏輯 .....	4-21
表 5.2-1 智慧充電管理系統關鍵效益指標及其說明 .....	5-2

## 圖 目 錄

圖 2.1.1 計畫架構與研究流程圖.....	2-1
圖 2.3.1 vCharM 排程系統畫面展示(官網示意).....	2-7
圖 2.4.1 計畫預定進度甘梯圖（ Gantt Chart ） .....	2-15
圖 3.1.1 車王電子充電管理系統.....	3-1
圖 3.1.2 車王電子電池能源管理系統.....	3-2
圖 3.1.3 台達之電動車充電解決方案.....	3-3
圖 3.1.4 台達電充電樁導入電動大客車充電站.....	3-3
圖 3.1.5 起而行與合作團隊聯合開發之智慧能源調度管理系統.....	3-5
圖 3.1.6 飛宏電動車充電軟體解決方案.....	3-6
圖 3.1.7 vCharM 之系統設計架構 .....	3-7
圖 3.1.8 vCharM 之智慧負載管理系統 .....	3-7
圖 3.1.9 vCharM 之充電場站與用電量監控畫面 .....	3-8
圖 3.1.10 vCharM 之充電排程監控管理介面 .....	3-9
圖 3.1.11 vCharM 之報表產出介面 .....	3-9
圖 3.1.12 德國 Siemens 公司之智慧充電雲端服務 .....	3-11
圖 3.1.13 德國 Siemens 公司之智慧充電管理流程 .....	3-11
圖 3.1.14 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面 .....	3-12
圖 3.1.15 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面 .....	3-12
圖 3.1.16 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面 .....	3-13
圖 3.1.17 Chargepoint 智慧充電系統顯示車隊資訊.....	3-14
圖 3.1.18 Chargepoint 智慧充電系統顯示充電站資訊.....	3-15
圖 3.1.19 BP Pulse 智慧充電排程系統架構 .....	3-16
圖 3.1.20 BP Pulse OMEGA 軟體介面(區塊式呈現).....	3-17
圖 3.1.21 BP Pulse OMEGA 軟體介面(表格式呈現).....	3-17
圖 3.1.22 關西服務區公共快速充電樁.....	3-18

圖 3.1.23 巴黎拉格尼公車複合充電站.....	3-19
圖 3.1.24 廣州潭村大型充電站-大小型車混合使用 .....	3-19
圖 3.1.25 香港觀塘裕民坊及九龍塘公共運輸交匯處充電站計畫.....	3-20
圖 3.2.1 國內各車廠電動大客車數量.....	3-27
圖 3.2.2 國內可設置充電站之調度站圖(107 年盤點).....	3-31
圖 3.2.3 短程補電型充電示意圖.....	3-34
圖 3.2.4 長程補電型充電示意圖.....	3-34
圖 4.1.1 採用本計畫架構讀取資料僅花費 13 毫秒.....	4-1
圖 4.1.2 採用原系統設計架構讀取資料須花費 2 秒.....	4-2
圖 4.1.3 獨立式程式模組，提升系統可擴充性及穩定性.....	4-3
圖 4.1.4 本計畫所採用之獨立模組架構.....	4-4
圖 4.1.5 智慧充電管理資訊系統架構圖.....	4-5
圖 4.1.6 智慧充電管理邏輯系統架構圖.....	4-5
圖 4.1.7 充電樁時程表流程圖.....	4-8
圖 4.1.8 充電樁時程表結果圖.....	4-9
圖 4.1.9 【T <sub>1</sub> ~T <sub>4</sub> 】時期公車①~⑧分布圖.....	4-0
圖 4.1.10 【T <sub>1</sub> ~T <sub>4</sub> 】時期公車①~⑧的優先權長條圖.....	4-0
圖 4.1.11 【T <sub>1</sub> ~T <sub>4</sub> 】時期公車①~⑧的排序圖.....	4-11
圖 4.1.12 【T <sub>1</sub> ~T <sub>4</sub> 】時期功率分配圖.....	4-11
圖 4.1.13 完成時間及候補時間.....	4-12
圖 4.1.14 智慧充電管理系統資訊流關係圖.....	4-13
圖 4.1.15 系統運作整體流程圖.....	4-14
圖 4.1.16 智慧充電管理系統演算流程圖.....	4-15
圖 4.1.17 車牌號碼可對應之相關資訊.....	4-16
圖 4.1.18 GPS 可用於通知系統其納入智慧排程中 .....	4-16
圖 4.1.19 客運業者之動態班表(光華巴士 620).....	4-18

圖 4.1.20 智慧排程後台管理操作介面(充電站設定畫面).....	4-19
圖 4.1.21 比較有/無智慧充電之差異(部分超過契約容量).....	4-19
圖 4.1.22 智慧排程後台管理操作介面(充電樁狀態).....	4-20
圖 4.1.23 智慧排程充電狀態電子看板.....	4-24
圖 4.1.24 系統建議充電區域設定（預排車位）.....	4-26
圖 5.1.1 本計畫系統與其他充電排程系統之比較.....	5-1
圖 5.2.1 智慧排程關鍵指標分析儀表板.....	5-3
圖 5.3.1 智慧充電管理系統效益綜整.....	5-4
圖 5.3.2 智慧充電管理系統商業生態系.....	5-9
圖 6.1.1 臺北市交通局與公車處視察北士科場站.....	6-1
圖 6.1.2 北士科場站實景.....	6-2
圖 6.1.3 臺北市市長視察北士科場站.....	6-2
圖 6.1.4 北士科場站全域鳥覽圖.....	6-3
圖 6.1.5 國際智慧交通考察團參訪北士科場站.....	6-4
圖 6.1.6 首都客運與臺北汽車客運交流會議.....	6-6
圖 6.1.7 中興大業巴士與光華巴士交流會議.....	6-7
圖 7.1.1 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會.....	7-1
圖 7.1.2 計畫成果發表暨產業座談會議程.....	7-2
圖 7.1.3 計畫成果發表媒體露出.....	7-3
圖 7.1.4 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文徵文公告.....	7-5
圖 7.2.1 成果宣導影片拍攝腳本初版.....	7-6
圖 7.2.2 計畫成果宣導影片拍攝腳本二版.....	7-7
圖 7.2.3 計畫成果宣導影片定版.....	7-8
圖 7.3.1 本期研究成果投稿研討會摘圖.....	7-9
圖 7.3.2 本期研究成果展示於運輸年會展覽.....	7-10
圖 7.3.3 2024 台北智慧城市創新應用獎獲獎肯定.....	7-11





## 摘要

為鼓勵客運業者使用電動大客車，交通部自 108 年起即推行相關補助，而因應在電動大客車全面推廣使用後，針對數量眾多的電動大客車集中於定點場域進行充電時，探索包括電網調控、充電設備設置和最有效使用，該車隊最佳充電排程的解決方案，交通部運輸研究所已率先於 110-111 年完成示範場域規劃與建置電動大客車智慧充電管理系統。

本計畫則為強化前期計畫之電動大客車智慧充電管理系統功能，因此針對前期計畫成果之系統進行軟體穩定性運算效率優化、日/夜間系統運行實證，以及系統數據之分析與效益評估，並發展助益於客運業者之電動大客車充電班表及契約容量等建議與策略研擬，以期於未來加以推廣至其他電動大客車充電場站，並推動促進我國電動大客車政策之實行。

截至 2023 年 11 月本計畫系統已於中興巴士北士科站進行超過三個月之實證，過程透過監控及蒐集實際運行資訊，已於後台建構大數據資料平台，相關應用成效透過監控介面觀察數月之變化量，可明顯展現：車樁比增加、契約容量下降 20%、人工操作趨近於 0% 等效益。本系統針對電動巴士充電過程進行一至兩個月之離線分析，透過電化學原理反推該車輛所採用之電池特性，將其特性套用至充電邏輯中，透過觀察電池老化程度後驗證電池壽命可延長 20-30%。

本期計畫於 12 月 5 日辦理成果交流會，現場包含交通部部次長等有超過約 150 位產官學研代表出席，推出全自動、全時段的智慧充電，已協助客運業者推動電動化營運轉型，未來將擴充至跨場站、跨客運

業者及跨系統的充電調度，為國內開創電動車智慧充電領域的新里程碑！相關媒體露出截至 12/11 止，共吸引媒體報導 108 則，紙媒如電子時報、中國時報、民眾日報、台灣新生報 7 則，電視媒體 3 則如公視新聞，及工商時報、經濟日報、聯合報等 98 則網路媒體刊載。

# 第一章 緒論

## 1.1 計畫背景分析

### 1.1.1 計畫緣起

為落實推動環境永續發展與綠色運輸之理念，行政院於 106.12.22 宣布空污防制行動方案，並規劃 2030 年市區公車全面電動化，現行近 1 萬輛柴油公車全面更換為電動公車，讓民眾享受更高品質的公共運輸服務。為落實此政策目標，交通部研擬我國電動大客車推動策略與作法，提出各策略執行工作及部會分工，並於報院核定後啟動電動大客車推廣示範計畫，逐步落實大客車電動化；交通部於中華民國 106 年 12 月 29 日訂定『交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點』，透過購車和運行的補助，鼓勵客運業者導入電動大客車，其後並依據執行成果進行多次修訂。

另一方面，國內電動大客車的相關技術發展逐漸成熟，同時經濟部目前已經展開「智慧電動巴士 DMIT 計畫」，除深化國內電動大客車的關鍵組件開發外，並統一電動大客車的充電規格，計畫完成後，國內車廠可提供客運業者高品質的電動大客車。

當車隊逐漸全面改換為電動大客車時，由於停車場充電站安裝位置等條件限制，部分電動大客車會產生充電供給與需求匹配問題，因此如何建立合理的電動大客車和充電站數量配比，提供最適當的充電站安排與營運管理需要預先詳細分析規劃，運輸研究所於 110-111 年開始於示範場域規劃與建置電動大客車智慧充電管理系統。

為強化電動大客車智慧充電管理系統功能，並發展客運業者電動大客車充電班表及契約容量最佳充電策略，本計畫利用 110-111 年所建置電動大客車智慧充電管理系統，開始導入客運業者班表、契約容量與車機資訊，進行智慧充電管理系統實證，協助業者進行示範，並於未來加以推廣至其他電動大客車充電場站，以促進我國電動大客車政策之推動。

### 1.1.2 計畫目的及重要性

本計畫為支援交通部 2030 電動大客車推動策略 - 完善電能補充基礎建設，而針對數量眾多的電動大客車集中於定點場域進行充電時，所衍生電網調控、充電設備設置和最有效使用，車隊最佳充電排程等問題，探討解決方案。

## 1.2 研究範圍與對象

目前國內客運業者多使用安裝在各自停車場/調度站的充電站，以隔夜充電方式為電動大客車充電，並於隔日執行交通服務前完成所有充電程序，以便執行日間班次任務。在電動大客車數量有限的條件下，尚未產生重大問題。

但是，當客運業者全面使用電動大客車後，數量龐大的車隊於各業者的專屬停車場/調度站進行充電，需考慮幾項問題：

- 1.提高充電站稼動率：充電設備投資成本不低，因此應設法充份使用充電站，提高投資效益。
- 2.安全的充電管理並降低充電成本；由於電動大客車充電時會消耗大量電力，考量停車場/調度站所在區域可能存在電網饋線容量受限的情形，再加上時間電價的差異，客運業者有必要基於各自需求和限制，建立良好的管理系統。

針對上述問題，因此本年度計畫的研究範圍如下：

- 1.針對電動大客車智慧充電系統，研調國際技術發展現況和趨勢，並解析國內電動大客車車隊的智慧充電使用需求。
- 2.驗證電動大客車智慧充電管理系統基本功能，應包含停車場站充電設備、配合客運業者營運班表與充電場域研擬最佳充電排程策略、智慧充電功能、基本電力需求、充電安全等功能。
- 3.本計畫的研究對象為符合電動大客車運作和充電需求的智慧充電系統，結合靜態數據和動態數據，例如公交路線，次日計劃或動態能源定價。借助動態負載平衡，可以優化充電時間表，使電動公車能夠按出發時間準時充電。

### 1.3 計畫內容與工作項目

全程計畫預定研究期程為 2 年（112 年至 113 年底），本計畫研究期程為第 1 年期（112 年），各年期的主要工作項目如下所示：

1. 第一年期(112 年)：電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)-智慧充電管理系統實證。

(1) 文獻回顧與國際案例蒐集分析

① 蒐集國內外電動大客車智慧充電管理系統之技術與功能。

② 挑選智慧充電管理標竿案例進行分析。

(2) 國內電動大客車充電作業運作現況與問題分析

① 彙整國內電動大客車充電管理推動情形，包括國內電動大客車充電系統現況問題。

② 透過與不同客運業者訪談，歸納統整客運業者實際需求以及未來可能之使用情境，研擬智慧充電管理之系統功能開發時程與推動策略。

(3) 電動大客車智慧充電管理系統強化與性能提升

① 針對 110 年電動大客車智慧充電示範計畫建置之電動大客車智慧充電管理系統，強化其軟體穩定性及運算效率，以提升智慧充電管理之即時性及可靠度。

② 依據(3)-①強化後之智慧充電管理系統，導入與整合車機之電動大客車車機資料，包括剩餘電量、車輛位置等，並與客運業者班表、充電場站尖離峰契約容量整合，發展日/夜間工作之智慧充電管理系統。

(4) 電動大客車智慧充電管理系統數據分析與效益評估

① 進行智慧充電管理系統之數據分析、關鍵指標與儀表版建立。

② 挑選一條路線，針對 3-(2)發展日/夜間工作之智慧充電管理系統，與現行採用人工作業方式比較分析，進行智慧充電管理系統使用前後之效益評估(如充電成本、車樁比等)。

- ③彙整前述執行經驗，以利後續電動大客車政策評估與研提未來推動方向。
- (5) 辦理至少 1 場智慧充電管理系統成果交流會，說明本計畫分析成果與具體效益，並且就智慧充電管理系統績效以及充電策略建議等相關議題進行意見交流。
  - (6) 對應各縣市政府設置電動大客車公共充電站之規劃建置階段，協助回饋技術意見，使公共充電站較能符合電動大客車之公共充電需求。
  - (7) 配合本計畫實證成果，滾動檢討電動大客車推動相關補助政策及提供客運業者經營管理之相關建議。
  - (8) 配合出席計畫成果宣導活動及相關會議，並提供活動及會議所需之相關資料。
  - (9) 針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。
  - (10) 本期研究/計畫成果投稿研討會至少 1 篇，或投稿運輸計劃季刊等國內外期刊至少 1 篇，內容至少包含演算模型及推動成果。
  - (11) 針對計畫成果，協助相關行政事宜，包含成果資料之彙整填報與簡報製作，以及參與競賽、上級交辦與本案相關之電動大客車推動工作。
  - (12) 參考「政府研究資訊系統(GRB)」 「績效指標(實際成果)資料格式」及「佐證資料格式」，就本計畫成果之特性選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。計畫績效指標項目至少包括下列第①~③項。
    - ①論文與研究報告：發表在國際上重要學術研討會或期刊（如：SCI、SSCI、EI、AHCI、TSSCI 等）之論文篇數、被引用情形及影響係數、論文獲獎等情形，或研究成果被引用或被參採情形等。
    - ②培育及延攬人才：如學生畢業後從事相關行業、延攬國際級專業科研人才情形等。

③辦理學術活動：包含研討會(workshop)、學術會議(symposium)、學術研討會(conference)、論壇(forum)等。

④前述其他可供列入之績效指標與佐證資料。

2. 第二年期(113 年)：電動大客車智慧充電服務驗證(2/2)-智慧充電管理系統精進與優化

(1) 持續蒐集國內外電動大客車智慧充電發展資訊，並檢視修正電動大客車智慧充電之推動策略方向。

(2) 針對供電不足情境及場域條件，研擬智慧充電管理系統之因應策略

①針對供電不足情境，如地區限電、車樁比過高之情境下，研擬智慧充電管理系統之管理策略，並設定模擬情境進行測試。

②配合前項之測試結果進行智慧充電管理系統優化。

(3) 針對同路線多場站情境，發展智慧充電管理機制

①針對同路線不同充電場站情境，依據客運業者營運需求，發展智慧充電管理機制，進行契約容量、車樁比、充電時間以及充電功率管理。

②依據上開同路線多場站情境之智慧充電管理機制，結合(2)-①供電不足模擬情境之測試結果，研提多場站間之相互備援策略。

(4) 進行多場站/業者智慧充電管理系統之效益評估與數據分析

①進行多場站/業者智慧充電管理系統使用前後之效益評估(如成本投入與節省等)。

②透過長時間監控電動大客車之充電行為，分析其使用智慧充電管理系統前後對電池生命週期之影響，進一步研提客運業者電池汰換時機或新購車輛之建議。

(5) 配合本計畫實證成果，滾動檢討電動大客車推動相關補助政策及提供客運業者經營管理之相關建議。

(6) 研擬電動大客車公共充電站之規劃要件，包括車樁比、充電功



率、契約容量以及排班設計等規劃要件供路線主管機關參考應用。

- (7) 辦理本計畫成果發表會，說明分析成果與具體效益，並且就智慧充電管理系統績效以及充電策略建議等相關議題進行意見交流。
- (8) 配合出席計畫成果宣導活動及相關會議，並提供活動及會議所需之相關資料。
- (9) 針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔。
- (10) 本期研究/計畫成果投稿研討會至少 1 篇，或投稿運輸計劃季刊等國內外期刊至少 1 篇，內容至少包含演算模型及推動成果。
- (11) 針對計畫成果，協助相關行政事宜，包含成果資料之彙整填報與簡報製作，以及參與競賽、展覽和上級交辦與本案相關之電動大客車推動工作。
- (12) 參考「政府研究資訊系統(GRB)」 「績效指標(實際成果)資料格式」及「佐證資料格式」，就本計畫成果特性選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。本計畫績效指標項目至少包括下列第①~③項：
  - ① 論文與研究報告：發表在國際上重要學術研討會或期刊(如：SCI、SSCI、EI、AHCI、TSSCI 等)之論文篇數、被引用情形及影響係數、論文獲獎等情形，或研究成果被引用或被參採情形等。
  - ② 培育及延攬人才：如學生畢業後從事相關行業、延攬國際級專業人才情形等。
  - ③ 辦理學術活動：包含研討會(workshop)、學術會議(symposium)、學術研討會(conference)、論壇(forum)等。
  - ④ 前述其他可供列入之績效指標與佐證資料。

## 1.4 預期成果與應用

本計畫預定研究期程為 2 年，各年期的預期成果、效益及其應用如下：

### 1. 第一年期(112 年)：電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)-智慧充電管理系統實證

#### (1) 成果：

①強化電動大客車智慧充電管理系統功能，提升控制及資訊蒐集效率及系統可靠度。

②整合智慧充電管理系統控制策略所需之車機資料，如：車牌號碼、GPS、SOC 及電池溫度並完成系統串接，以使業者可於場域端透過看板掌握車輛進站資訊、是否需要充電以及最佳之充電量。

③完成發展客運業者之電動大客車充電班表及契約容量最佳充電策略，透過 110 年電動大客車智慧充電示範計畫所建置電動大客車智慧充電管理系統之客運業者建構應用程式介面(API)，智慧充電管理系統可與示範場域內電動大客車日間動態班表進行資訊整合，針對進站之車輛對應查找該車下次離站服務之時間及里程，並透過智慧充電排程判斷充電資格、優先權、充電功率及充電時間等功能。

#### (2) 效益：

①藉由我國電動大客車車隊之智慧充電管理系統監控資料分析，提供客運業者提升車輛稼動率、維運成本等經營管理及滾動檢討電動大客車推動政策之依據，提升電動大客車整體營運品質以及安全性。

②透過本研究成果推廣，降低客運業者對電動公車之疑慮並提高執行成效。

#### (3) 應用：

可做為主管機關及客運業者在推動電動大客車經營規劃及政策目標擬定之參考應用。

## 2. 第二年期(113 年)：電動大客車智慧充電服務驗證(2/2)-智慧充電管理系統精進與優化

### (1) 預期成果：

- ①針對特殊用電條件，如地區限電等情境及車樁比懸殊之使用情境下，提出智慧充電管理系統之管理策略及 SOP 建議，優化智慧充電排程管理系統。
- ②針對同場域內含不同客運業者，依照原場域或臨時充電車輛進行優先權及使用條件設定，上述參數導入智慧充電管理系統，並研擬多業者共同使用充電場域之控制策略，可供未來公共充電站之智慧充電管理系統進行初步驗證。
- ③透過數據分析掌握不同營運情境之關鍵指標，提供電動大客車推動策略、客運業者營運方式調整及電動大客車製造業者產品開發之參據。
- ④透過智慧充電系統提高車輛的妥善率與用電效率，並推估電池系統健康程度，進一步分析智慧充電方案對車輛使用生命週期成本影響。

### (2) 預期效益：

- ①藉由我國電動大客車車隊之智慧充電管理系統監控資料分析，提出持續推動充電管理系統優化之方向以及充電策略建議，以減輕電網負擔及降低客運業者成本。
- ②透過本研究成果推廣，降低客運業者對電動大客車之疑慮並提高執行成效。

### (3) 預期應用：

可做為主管機關及客運業者在推動電動大客車經營規劃及政策目標擬定之參考應用。



## 第二章 計畫實施策略

### 2.1 計畫架構與研究流程

依照本計畫主要工作項目之執行屬性與目的，區分成四大工項主題並整理組織成如圖 2.1.1 之本計畫架構與研究流程圖。



資料來源：本計畫整理。

圖 2.1.1 計畫架構與研究流程圖

## 2.2 計畫研究方法

### 2.2.1 現況分析

#### 1. 文獻回顧與國際案例蒐集分析

本計畫透過蒐集國內外現有電動大客車智慧充電系統技術與功能發展情形，做為本計畫電動大客車智慧充電管理系統強化與性能提升之參考方向。

##### (1) 蒐集國內外電動大客車智慧充電管理系統之技術與功能

本計畫蒐集國內外電動大客車智慧充電管理系統實際推動案例，藉以瞭解現階段智慧充電管理系統提供之服務功能與技術結合運用程度。

##### (2) 挑選智慧充電管理標竿案例進行分析

針對國內外電動大客車智慧充電管理系統案例，對應與本計畫預計推動項目之關聯性與資料可蒐集之完整性程度，本計畫至少挑選 2 個標竿案例，進一步掌握主要系統架構、功能模組、業者採用情形與執行效益等細節資訊，提供後續系統強化與性能提升之借鏡。

#### 2. 國內電動大客車充電作業運作現況與問題分析

##### (1) 蒐集國內電動大客車充電管理推動情形

依據交通部運輸研究所前期計畫(110 年)初步蒐集之國內電動大客車充電現況課題為基礎，持續蒐集彙整國內電動大客車充電管理推動情形以及充電系統現況問題。

##### (2) 歸納統整客運業者實際需求以及未來可能之使用情境，研擬智慧充電管理之系統功能開發時程與推動策略

本計畫藉由與客運業者執行經驗，進一步掌握客運業者充電管理需求，以業者營運實務與外部環境歸納未來可能使用情境，研擬智慧充電管理系統實證之功能開發方向、適用時機、推動時程與策略建議。

## 2.2.2 系統驗證

### 1. 電動大客車智慧充電管理系統強化與性能提升

本計畫強化與性能提升既有之智慧充電管理系統，分別針對硬體、軟體及其演算法等工項著手。

- (1) 針對 110 年電動大客車智慧充電示範計畫建置之電動大客車智慧充電管理系統，強化其軟體穩定性及運算效率，以提升智慧充電管理之即時性及可靠度。

本計畫透過開源套件，修正智慧充電管理系統之後台數資料存取方式，改善資料計算及處理時間，大幅提升系統效率。另外，透過分散式微系統架構，拆分原設計模式，數個可獨立執行的程式可優化過去繁瑣的執行邏輯，使系統更加穩定及彈性。

- (2) 依據強化後之智慧充電管理系統，導入與整合車機之電動大客車車機資料，包括剩餘電量、車輛位置等資訊，並與客運業者班表、充電場站尖離峰契約容量整合，發展日/夜間工作之智慧充電管理系統。

本計畫透過 API 方式串接電動大客車數據監控管理平台之車機資料及示範場域業者之動態班表及場站資料，透過整合系統資訊及完善整體資訊架構，可驗證日/夜間智慧充電管理控制邏輯，達到全日自動化充電之目標。

### 2. 電動大客車智慧充電管理系統數據分析與效益評估

- (1) 進行智慧充電管理系統之數據分析、關鍵指標與儀表版建立。

本計畫可依照客運業者需求定義出判定智慧充電管理系統之關鍵效益指標，透過效益指標可明確判斷及分析出智慧充電管理系統其控制策略之效益。另外，亦針對上述所定義之關鍵指標，採用 web 型式其視覺化建構監測儀表板，方便未來業者或分析師進行場域分析及效益評估。

- (2) 挑選一條路線，針對發展日/夜間工作之智慧充電管理系統，與現行採用人工作業方式比較分析，進行智慧充電管理系統使用前後之效益評估(如充電成本、車樁比等)。

本計畫透過完整後台資料庫，包含：車輛進出站資訊、充電資訊、用電狀況、車輛異常狀況等資訊，進行採用智慧充電管理系統之比較分析，如針對人力成本、用電成本、充電效益及場域建置成本等方向比較智慧化及人工操作充電之效益評估。

(3) 彙整前述執行經驗，以利後續電動大客車政策評估與研提未來推動方向。

本計畫除了系統優化及效益分析外，整合採用智慧充電管理系統之示範場域營運經驗，彙整出針對電動大客車充電場域之系統配置、資訊配置、人力配置及智慧充電邏輯之建議，對照其智慧充電管理之效益，有利本國推動電動大客車普及化之政策推動。

### 2.2.3 政策輔佐

#### 1. 電動大客車充電場域導入智慧充電系統之政策交流

對應各縣市政府設置電動大客車充電場站之規劃建置階段，協助回饋技術意見，使充電場站較能符合電動大客車之國際標準充電需求。研擬電動大客車充電站之規劃要件，包括車樁比、充電功率、契約容量以及排班設計等規劃要件供路線主管機關參考應用。針對投入電動大客車充電場站規劃建置的地方政府，本計畫於充電場域建置階段視需求協助回饋技術意見，使場域較能符合電動大客車適用之充電需求。

#### 2. 電動大客車推動充電相關政策建言

配合本計畫實證成果，滾動檢討電動大客車推動相關補助政策及提供客運業者經營管理之相關建議。有關電動大客車補助計畫包含一般型計畫及示範計畫作業要點均已公布，交通部 109 年 11 月 16 日修正公布「交通部電動大客車示範計畫補助作業要點」，並於示範計畫補助營運計畫書有關充電計畫及充電場站建置規劃評分項目中納入「是否導入智慧排程充電之規劃」考量。

本計畫配合電動大客車補助作業推展與執行情形掌握，協助相關單位滾動檢討更新後續對應智慧充電之補助政策及業者營運面執行策略，以利對應未來擴大推動時政府端之電網布局規劃與營運端之配套



因應作法。

## 2.2.4 成果推廣

### 1. 辦理智慧充電管理交流會議

已與

客運業者辦理 2 場智慧充電管理系統成果交流會，說明本計畫分析成果與具體效益，並且就智慧充電管理系統績效以及充電策略建議等相關議題進行意見交流。

依本期計畫辦理電動大客車智慧充電系統之實證與效益評估等執行成果，初步規劃藉由成果交流論壇或座談會或工作坊的形式，針對智慧充電相關議題進行交流，透過宣導活動傳達電動大客車智慧充電模式概念，建立地方政府與客運業者後續導入的信心，同時彙整與會單位的意見交流資訊，作為第二年度執行方向的參考。

### 2. 成果宣導影片製作及活動參與

為宣導計畫成果及政策推展，本計畫對應前述符合國家標準之充電系統及智慧充電示範場域規劃與基礎建置成果，積極配合智慧充電相關補助政策及營運面策略探討，辦理與出席相關宣導活動及相關會議，並針對計畫重要成果製作海報及成果影片一部，以提供活動及會議所需之相關資料。

### 3. 成果投稿研討會或國內外期刊

本期研究計畫成果投稿 1 篇，已刊登於運輸學會，題目為「運用人工神經網路預測電動大客車智慧充電電量需求」。可提升本計畫之國內外知名度並提供相關國內外研究單位參考，以利後續潛在合作之可能性。

## 2.3 計畫進行步驟

### 2.3.1 現況分析

#### 1. 文獻回顧與國際案例蒐集分析

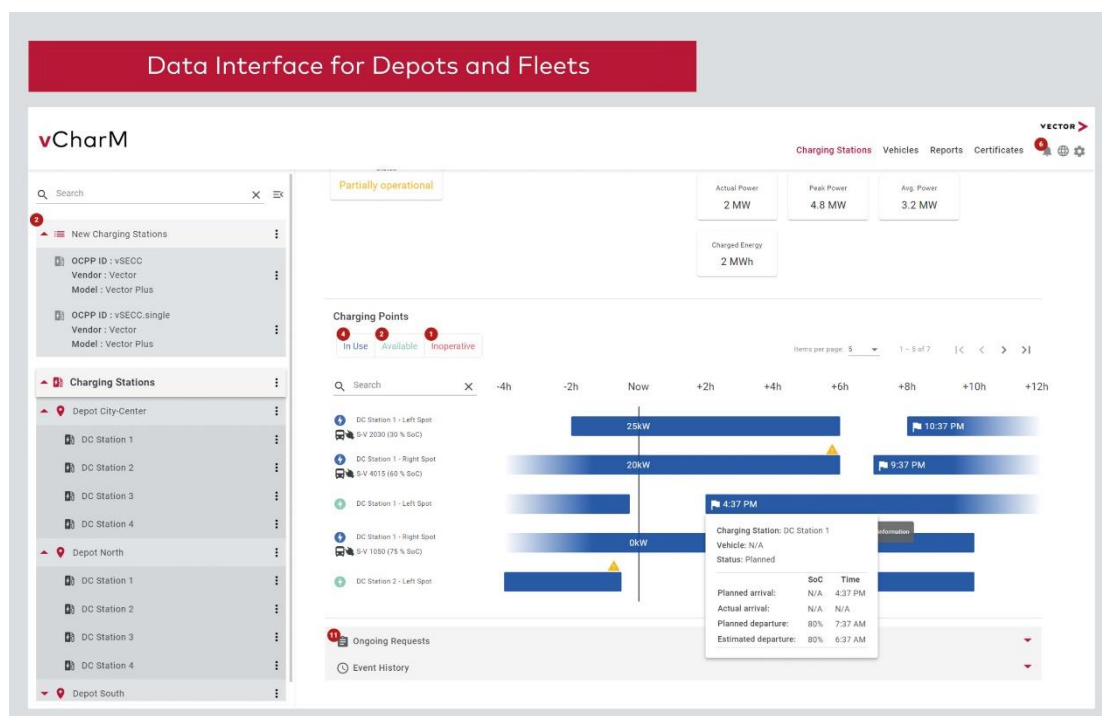
##### (1) 蒐集國內外電動大客車智慧充電管理系統之技術與功能

延續交通部運輸研究所前期計畫(110 年)所搜尋掌握之國內外電動大客車智慧充電管理系統發展情形，本計畫透過網站平台公開發布之案例資料，持續進行文獻蒐集，追蹤並掌握國內外電動大客車智慧充電管理系統推動案例情形，主要著重在排程管理之開發應用功能，作為本計畫系統功能發展方向之參考基礎。

##### (2) 挑選智慧充電管理標竿案例進行分析

以國外智慧充電管理系統發展，已有部分單位推出針對車隊排程負載管理的產品，如 Vector 的 vCharM(圖 2.3.1)，該系統可設定車輛出發時間、所需電力與其他車輛優先權等級，對應車輛使用需求進行充電功率調配，使車輛於使用時間點之前可達到指定充電量；國內現況產品以契約容量結合靜態班表，確保在不超過契約容量的限制下滿足車輛充電量需求。

本計畫除夜間排程管理外，則結合日間動態班表調度，進行車隊充電排程管理的實證，在此基礎下，搜尋目前國內外至少 2 個以上的標竿案例，盡可能掌握其運作程度，做為業者需求及系統開發之參考基礎。



資料來源：Vector 官網 vCharM 介紹，<https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/software/vcharm/fleets/#>。

圖 2.3.1 vCharM 排程系統畫面展示(官網示意)

## 2. 國內電動大客車充電作業運作現況與問題分析

### (1) 調查國內電動大客車充電管理推動情形

依據交通部運輸研究所前期計畫(110 年)掌握之客運業者電動大客車充電相關議題，初步整理如下，後續持續蒐集更新客運業者在充電管理實務面臨的課題，做為後續相關推動策略之分析基礎。

### (2) 充電站設置及用電申請之困境

客運業者在申請調度站轉換設置充電站時，因土地使用限制造成申請上的種種不便，即使後續充電站建置完成後，鑒於台電於電源不足時所採用的限制用電政策，無法保障充電站的供電穩定性。

電動大客車營運服務區域多集中於都會區，為利於營運調度與降低空駛，充電調度站多鄰近路線起迄點設置；但由於都會區供電瓶頸區輸配電力問題，在輸配電負荷量接近飽和的情況下，當遇到客運充電站申請設置可能造成超載，最終必須妥協採下修契約容量、限制離峰時段充電以及遇電網狀況必須優先斷電等「有條件」核供

配套做法，增加業者第一線人員營運調度複雜度與維持營運壓力。

### (3) 充電站空間限制對車樁比之影響

依據客運業者調度經驗，假設一般柴油車所需之停放空間為 20 坪，導入電動大客車因要配合充電樁的設置，則停放需求面積恐增加為 30 坪，若以佔地 1,000 坪的調度空間計算，全數使用電動大客車減少近 20 輛大客車的停放面積，因此當車隊規模過大時，勢必面臨場站空間不足問題。

### (4) 營運調度與充電模式對用電費用及供電穩定性之影響

目前國內大客車全面電動化正處於推動階段，國內客運業者也漸漸找到對應調度之充電模式，但隨著電動大客車政策不斷推進，當車輛規模逐漸擴大，若持續採傳統式充電會為地區電網增加負荷，且對於人力以及電力方面成本會顯著增加。

以現況業者調度模式而言，充電若集中於夜間離峰用電時段，雖可降低電費，但當車隊規模增加使離峰時段充電需求增加，恐造成區域電網超載而影響供電穩定性；充電若分散於尖離峰時段，雖可均衡單一時段用電量，但若於尖峰電價充電比率高，拉高整體用電費用，尤其台電已於 111 年 5 月 31 日公布「電動車充換電設施電價」，加大尖離峰電價差異，採用後若未妥善排程，對於用電費用影響更明顯。

### (5) 充電規格互相支援使用議題

過去國內電動大客車採用充電規格並未統一，不同車輛搭配之充電設備無法互用，即使客運業者選用同一充電規格，卻因為檢測驗證制度不完善，造成不同批次的電動大客車和充電設備無法相容充電，致使客運業者在採購車輛的同時需要採購對應的充電樁，增加電動大客車車隊擴大規模之困難度。

因應電動車充電之發展議題，110 年由工研院發起並廣納國內 50 餘家重要的業者和法人，組成「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」（以下簡稱「聯盟」），透過聯盟內部的討論，探索可行的對策並凝聚會員共識，最終提出相關建議，作為政府單位制定

和推動相關政策的參考，以符合擴大推動時之經濟與效率。

### 3. 歸納統整客運業者實際需求以及未來可能之使用情境

本計畫執行作法步驟如下：

- (1) 本計畫藉由論壇方式廣邀客運業者發言，並針對論壇綜整客運業者充電需求關鍵議題，分別與至少 3 家面臨關鍵議題之客運業者進行焦點訪談，蒐集掌握與更新客運業者在電動大客車充電上對應營運調度、成本與管理面的軟體執行需求。
- (2) 除現況議題外，透過相關公開資訊蒐集方式，針對未來充電發展可能面臨的挑戰，掌握電動大客車充電相關之推動議題。
- (3) 與客運業者了解面對上述蒐集之現況與未來可能議題，對於客運業者營運管理之影響情形，以及如何導入系統化作業有助於增加營運可行性，歸納統整智慧充電管理增值服務實證之使用情境。
- (4) 研擬智慧充電管理之系統功能開發時程與推動策略

對應前述工項所統整之智慧充電管理增值服務之使用情境，規劃系統功能開發時程與研提推動策略。依照現況初步掌握之發展情境，除對應靜態班表與契約容量上限調配全站車輛充電功率之基本服務功能外，系統實證之功能開發預計包含下列項目：

#### ①對應車隊日間動態班表，調配車輛待班時之充電功率

- A.適用時機：日常營運時適用。
- B.推動時程：優先納入系統功能開發。
- C.策略建議：藉由對照該車之車輛型號、車輛狀態及動態班表，掌握車輛狀態資訊與下一趟班次的用電需求，對應營運條件限制式，給予的待班充電建議。

#### ②提供充電運作效益指標統計資料與視覺化呈現方式

- A.適用時機：每周、每月定期檢討。
- B.推動時程：依業者需求議題逐步調整擴充功能開發。

C.策略建議：以儀表板方式提供圖表視覺化呈現，並可建立定期資料報表產製，便於追蹤檢討充電績效，並配合業者營運檢討。

③單一時間充電車輛總數超過契約容量之應變

A.適用時機：車輛規模數擴大較快，或者台電因區域供電限制性，短期未能提供足額契約容量時。

B.推動時程：配合車隊導入規劃進程規劃。

C.策略建議：設想可能產生的情境狀態，模擬狀況發生時如何調配契約容量以滿足車隊營運必要之充電量需求。

④客運業者跨場站充電調度需求

A.適用時機：單一業者營運車輛鄰近路線起迄點周邊有兩個以上自有充電站或公共充電站，在營運接近端點站且發現預設充電站無法滿足車輛充電需求(車位已滿或契約容量已達上限)時。

B.推動時程：依充電站(自有或公共)設置規模擴充時程規劃。

C.策略建議：結合業者自有充電站資訊以及營運車輛定位及狀態資訊，給予車輛駕駛於該趟班次結束時前往之充電站與充電車位訊息；另依據公共充電樁資料公開程度與時程，增加系統介接外部資料功能，公共充電站納入替選規劃方案選項。

## 2.3.2 系統驗證

### 1. 電動大客車智慧充電管理系統強化與性能提升

#### (1) 軟體穩定性運算效率優化

本計畫針對 110 年電動大客車智慧充電示範計畫建置之電動大客車智慧充電管理系統，強化其軟體穩定性及運算效率，以提升智慧充電管理之即時性及可靠度。規劃在資料儲存、資料擷取、系統架構、資料儲存與資訊安全，以及網頁伺服器與使用者介面等部分分別加強。

- ①在資料儲存上，團隊使用 ELK 之開源套件（Elasticsearch, Logstash, Kibana），達到即時撈取資料、分散式儲存資料、即時監控資料的好處。
- ②在資料擷取上，本計畫團隊已使用 Logstash 將 MSSQL 上的資料，每十五秒擷取一次，並儲存到 Elasticsearch 中，進行後續的資料監控、智慧調度及視覺化。
- ③在系統架構上，團隊採用微服務的架構（Microservice），各項服務拆成不同的容器（Container），即便其中一項服務故障，也不至於讓整個系統停擺。
- ④在資料儲存與資訊安全的部分，由於未來針對跨站點及跨系統服務之智慧排程功能驗證，團隊資料庫建構在雲端系統中，未來可進行跨站、跨系統、跨區域之調度。因此，本團隊特別針對資安部分進行雲端系統的篩選。
- ⑤在網頁伺服器與使用者介面部分，團隊使用 Nuxt3 這個基於 Vue3 且開源的框架，在開發上相較以往更加迅速，且較為固定的程式語法亦可以增加系統的穩定性。

## (2) 日/夜間智慧充電管理系統實證

本計畫依據強化後之智慧充電管理系統，導入與整合車機之電動大客車車機資料，並結合客運業者場站資訊，已發展日/夜間智慧充電管理系統。其中，本計畫擷取所需之車機資料及場站資料等功能說明如下：

### ①車牌號碼：

主要可用於對照該車之車輛型號及動態班表，有助於評估該車所需電量、休息時間及可充電時間。

### ②GPS：

主要可用於通知系統該車進站，其納入智慧充電排程演算法中。

### ③SOC(殘電量)：

透過車機之殘電量，可預先知道該車目前所剩之電量，對應依照動態班表所計算之後續行駛里程。

### ④電池溫度：

車輛之電池溫度可有助於讓智慧充電管理系統電池溫度過高之車輛移除排程系統中，藉此可避免佔用車位並提升充電樁之稼動率。

### ⑤動態班表：

本計畫所需之動態班表可提供智慧充電管理系統該車之離站和回站時間、後續行駛里程及休息時間等資訊。

### ⑥場站資訊：

包含契約容量、尖離峰時間及充電樁狀態等資訊。

本計畫透過嫁接車機之車機資料、動態班表及相關場站資訊，套入已發展之智慧充電排程管理系統，除了已發展之夜間充電功能外，可增加日間充電排程管理功能，可達成全日充電之計畫目標，並可透本計畫進行實證及後續相關分析。

## 2. 電動大客車智慧充電管理系統數據分析與效益評估

本計畫除了實現智慧充電管理系統於實際場域外，透過已建構之雲端後台數據資料庫，針對智慧充電管理系統進行效益評估及分析。

### (1) 建構數據分析之關鍵指標與相關監測儀表板

本計畫已設計一套系統監測儀表板，可供未來即時監測智慧充電管理系統關鍵指標之變化、分析數據及定期效益評估使用，亦可提供輸出報表功能。

### (2) 智慧充電管理系統使用前後之效益評估

本計畫擬透過挑選一條電動巴士營運路線，針對發展之日/夜間工作之智慧充電管理系統，與現行採用人工作業方式比較分析，進行智慧充電管理系統使用前後之效益評估(如充電成本、車樁比



等)。

### 2.3.3 政策輔佐

#### 1. 電動大客車充電場域導入智慧充電系統之相關推動政策建言

有關政府端或客運業者建設充電站時導入智慧充電系統之相關推動策略，初步看法茲說明如下：

- (1) 因電動大客車智慧充電實例目前國內仍缺稀，透過本計畫建立電動大客車智慧充電系統運作實例效益評估，並輔以交流會議與成果影片宣傳，期提供實例成果作為後續擴大導入的導入方案參考。
- (2) 在掌握導入智慧充電排程管理系統對於客運業者在建置、營運階段作業事項與成本影響，並且掌握台電公司後續對於電動車專用時間電價作法，進一步檢討現況補助機制金額分配權重與用電作業事項策略方向；並積極配合參與部會間與地方政府協調召開之充電站建置討論或智慧充電議題等會議，提供實務及技術意見與建言，以期助力推動國內資源整合及資訊彙整，縮減導入初期之時間與經濟成本。

#### 2. 電動大客車推動相關補助政策建言

有關營運端導入智慧充電系統之相關推動策略與配套作法，初步看法茲說明如下：

電動大客車輛用電與充電規劃為客運業者導入電動大客車時的重要議題之一，對應本計畫智慧充電示範場域與車隊營運充電排程管理之運作方案，並與客運業者實際溝通掌握充電調度規劃的思考面向，提供營運端對應車隊規模之推動效益，協助提供導入智慧充電時程評估判斷依據。

### 2.3.4 成果推廣

#### 1. 辦理智慧充電管理交流會議

本期計畫辦理成果交流會議為利交流目的聚焦，邀請產官學研相關單位出席與會交流，邀請對象如表 2.3-1，112 年 12 月 5 日舉辦邀請

包括交通部交通部公共運輸及監理司、公路局、財團法人車輛安全審驗中心、財團法人車輛研究測試中心、財團法人臺灣大電力研究試驗中心、經濟部產業發展署以及中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會產官學研計 130 人。

表 2.3-1 本計畫交流會議邀集對象列表

類別	邀請單位
政府機關	如交通部科技顧問室、交通部公共運輸及監理司、公路局、本所、環保署、經濟部產業發展署、臺灣電力公司、各地方政府等。
法人單位	如財團法人車輛安全審驗中心、財團法人車輛研究測試中心、財團法人臺灣大電力研究試驗中心等。
業界代表	如客運業者公會代表、電動大客車製造商、充電產業聯盟或供應商等。

資料來源：本計畫整理。

## 2. 成果宣導影片製作及活動參與

由於計畫第一年成果主要為系統實證與效益評估，初步規劃成果展示的重點在於推廣智慧充電系統的可行性與其帶來的節能與經濟效益，配合計畫進程委託專業影片製作公司編擬拍攝腳本，腳本與呈現畫面等送呈主辦單位並溝通確認後，進行實地拍攝並製作效益演示等效果片段，最終綜合以上集結製作成計畫成果影片，作為成果推廣活動現場宣傳或提供機關年度成果展示，並且輔以設計製作活動廣宣海報，以對應宣傳活動之需要，影片與海報設計如第 7 章所述。

## 3. 成果投稿研討會或國內外期刊

本計畫智慧充電管理系統驗證、相關效益評估及日夜間智慧充電管理等成果，透過一至二個月的程式模擬與文章撰寫，投稿刊登於運輸學會，題目為「運用人工神經網路預測電動大客車智慧充電電量需求」。若研究內容較為深入且具國際化特色，國外投稿部分，已受邀投稿第六屆亞太經濟合作（APEC）能源智慧社區最佳案例，可提升本計畫之國內外知名度並提供相關國內外研究單位參考，以利後續潛在合作之可能性。

2.4 進度甘梯圖（ Gantt Chart ）

工作項目	※※							備註
	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	
1. 文獻回顧與國際案例蒐集分析								
(1) 蒐集國內外電動大客車智慧充電管理系統之技術與功能。								
(2) 智慧充電管理標竿案例分析。								
2. 國內電動大客車充電作業運作現況與問題分析								
(1) 彙整國內電動大客車充電管理推動情形。								
(2) 透過與不同客運業者訪談，歸納統整客運業者實際需求以及未來可能之使用情境。								
(3) 研擬智慧充電管理之系統功能開發時程與推動策略。								
3. 電動大客車智慧充電管理系統強化與性能提升								
(1) 強化電動大客車智慧充電管理系統軟體穩定性及運算效率。								

工作項目	※				※			備註
	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	
(2) 導入與整合車機之電動大客車車機資料，發展日/夜間工作之智慧充電管理系統。								
4. 電動大客車智慧充電管理系統數據分析與效益評估								
(1) 進行智慧充電管理系統之數據分析、關鍵指標與儀表版建立。								
(2) 進行智慧充電管理系統使用前後之效益評估。								
(3) 彙整前述執行經驗，以利後續電動大客車政策評估與研提未來推動方向。								
5. 計畫成果推廣								
(1) 辦理至少 1 場智慧充電管理系統成果交流會。								
(2) 製作成果海報及成果影片 1 部。								
(3) 至少 1 篇計畫/研究成果投稿研討會或國內外期刊。								
(4)								
工作進度估計百分比（累積數）	15%	30%	45%	60%	75%	90%	100%	





## 第三章 現況分析

### 3.1 國內外電動大客車智慧充電管理系統案例

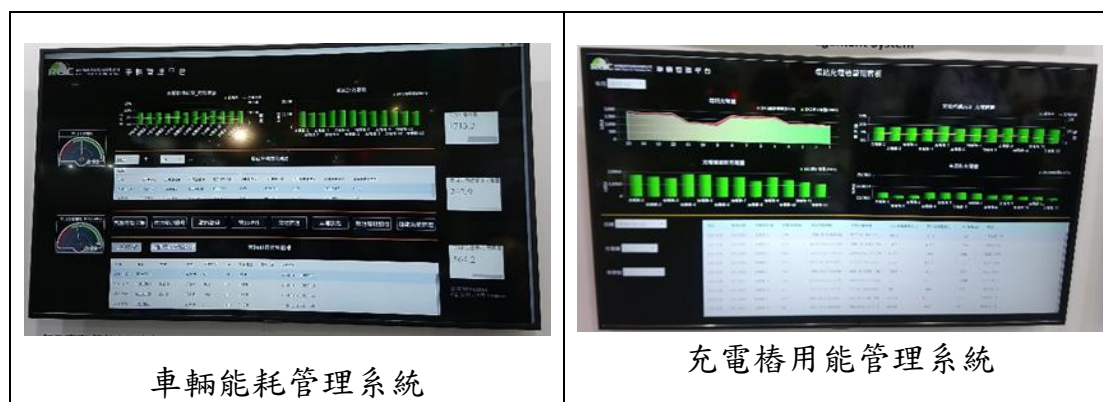
目前國內外有多家公司陸續發展電動車智慧充電管理系統，其特點在於可針對不同電價和充電選項，進行輸配電控制與充電樁的管理，提供電動車輛之充電管理；採用智慧充電管理之目的在於電動車大量充電時可減少人為操作時間及降低電費成本，並對場站整體電力供應達成削峰填谷的作用，維持用電供需之平衡，進而降低對於電網之衝擊。

#### 3.1.1 國內案例

以國內而言，主要蒐集包括車王電子、台達電子、起而行綠能與飛宏科技等國內充電端充電管理系統開發之案例，國內現況蒐集案例所發展之系統，較多以契約容量結合靜態班表，確保在不超過契約容量的限制下滿足車輛充電量需求。

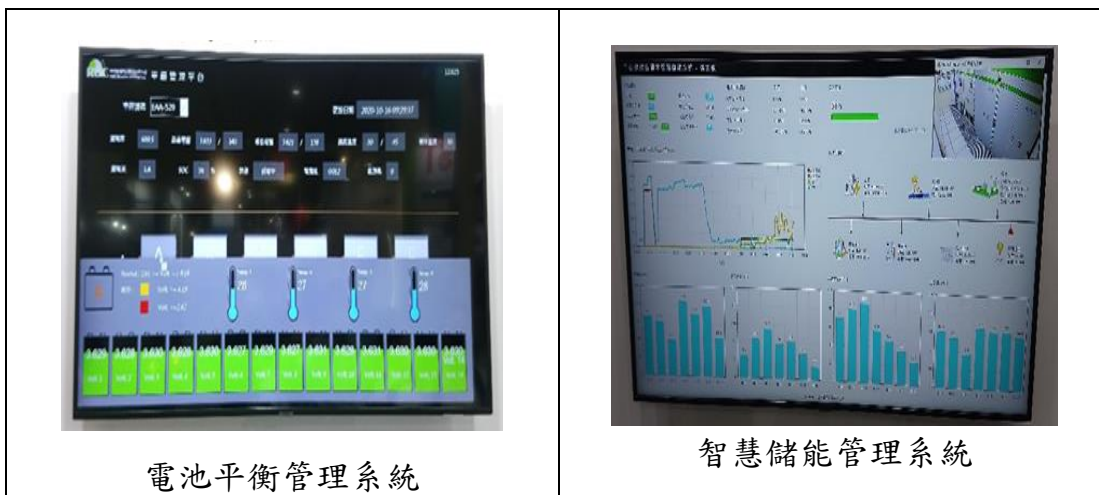
##### 1. 車王電子

欣欣客運導入車王電子開發具 OCPP 通訊協定之充電智慧排程管理系統，以管理電動大客車車隊的充電；該系統可透過遠端電腦，按個別車輛之所需里程、剩餘電量及隔日出車順序，自動運算及完成充電程序，使充電場站的台電契約容量有效降低 40%，並減少人工及電費支出，其能源管理系統介面如圖 3.1.1 與圖 3.1.2 示。



資料來源：本計畫拍攝整理。

圖 3.1.1 車王電子充電管理系統



資料來源：本計畫拍攝整理。

圖 3.1.2 車王電子電池能源管理系統

## 2. 台達電子工業股份有限公司

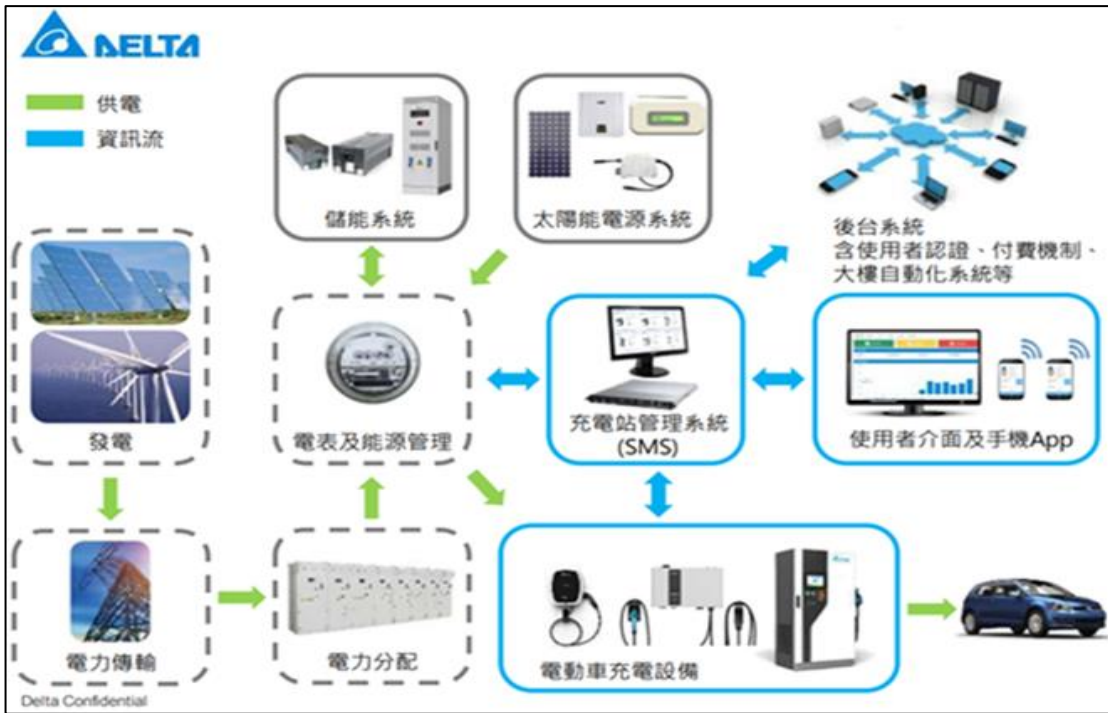
台達電於 2019 年推出整合充電站、儲能系統、太陽能發電系統與管理軟體的電動車充電基礎設施之解決方案，如圖 3.1.3。此方案可根據充電站的需求與場站條件規劃最適合的電動車充電基礎設施，同時也能優化充電服務與能源效率、降低充電站營運成本並減緩供電尖峰對電網的衝擊。此方案主要特色為：

- (1) 整合儲能及智慧充電的進階能源管理功能，避免超約用電產生的懲罰支出。
- (2) 可依業主或營運商的場地、規模、充電的實際需求來彈性選配產品，為客戶量身打造最適合的解決方案。
- (3) 具備高效率、高可靠度與易安裝的特色；軟體則提供了圖形化易操作的網頁介面，讓管理者可更有效率地針對充電基礎設施內的設備、充電行為及能源調度進行監控與管理。

台達電子目前協助臺北市停車管理工程處打造功能完備、部署容易與管理方便的電動車充電設施，搭配台達電之充電站管理系統作為管理後台，管理者不用親臨現場就能遠端監控部署在各停車場的充電設施，亦能透過網路直接下達指令以啟動或關閉交流充電器。台達電之充電站管理系統還具有直觀易用的使用者介面與資訊儀表板，並可匯出充電資料及事件紀錄，以及為不當使用充電設施的悠遊卡建立黑名單。



目前台達電於國內之主要設備服務對象以電動小客車為主，並與充電服務經銷商特爾電力結合投入電動大客車充電市場，搭配鴻華先進 Model T 車款，提供 DC 直流快速充電樁，以軟硬體整合及雲端管理技術，透過 EMS 管理充電時間，利用晚上或離峰時間充電，透過適當電力管理協助業者於成本控制及營運效率取得平衡。



資料來源：本計畫擷取自[1]。

圖 3.1.3 台達之電動車充電解決方案



資料來源：本計畫擷取自[2]、[3]。

圖 3.1.4 台達電充電樁導入電動大客車充電站

### 3. 起而行綠能

起而行綠能是 2017 年由財團法人工業技術研究院正式輔導創業的電動車技術方案設計公司，專注研發電動車控制系統達 10 年以上，包含充電、馬達控制、整車控制與電池管理系統，同時也推動電動汽車與電動摩托車充電標準規範，除擅長電動車系統開發，亦熟悉充電系統跟電動車之間的連結，能解決電動車充電時的各種問題。

起而行推出快、慢充汽機車充電樁共 26 款，充電標準可對應 SAE、IEC、GB/T、CHAdeMO，在國內擁有超過 6 成的充電樁市占率，且其擁有的「非均流充電」快充技術已於 2021 年初被 IEC 列為國際標準規格，非均流充電概念為，當汽車接上充電樁時，充電樁可讀取每台車的電池資訊(包括電量、充電速率等)並加以分析，做機動性的電流調配以避免跳電，也能達到充電。

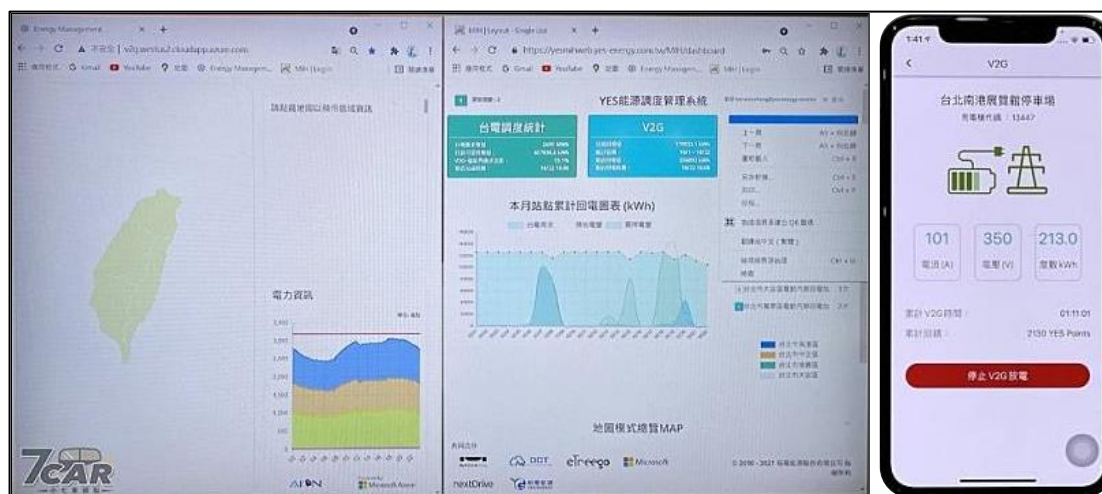
近期起而行與 MIH(電動車平台聯盟)、充壩技術服務能源、聯齊科技、雲高科技及臺灣微軟 IoT 合作團隊，共同於 2021 年「臺灣國際智慧移動展」中發表電動車「V2G 能源整合管理」解決方案，該方案開發了智慧能源調度管理系統如圖 3.1.5 所示，涵蓋充放電資訊傳輸及控制功能，整合串接儲能系統與車主端 APP 之 V2G 功能，透過 V2G 技術及連結智慧微電網，當備載容量不足時，可供應民生緊急用電。而針對 V2G 應用部份，起而行於台電金門場示範案中，一部滿充 90 度電的電動車供應 4 人共 7 天的用電需求。

起而行於 2023 年 2 月結盟和泰汽車、和潤電能與士電電機，成立充電服務暨營運軟體公司-充壩技術服務公司(Gochabar)，以物聯網(IoT)、數位科技與綠能相關技術結合充電軟硬體，聚焦於社區大樓、企業建置、公共建置等系統整合服務的三大市場，目標為打造以智慧充電管理系統為核心的充電場域。

充壩的雲端管理解決方案之三大功能特色：

- (1) 完整能源管理功能：善用非均流管理、彈性充電排程以及電流調控等技術於系統端。
- (2) 協助 CPO 解決金流與收費問題：透過 Line 官方帳號結合第三方支付提供代收代付等服務，毋須使用 APP。
- (3) 外部系統整合性高：充電樁可作為單獨的管理系統，也能整合或對接停車管理、物業管理或保全等其他外部系統，在同一場域支援停車與充電等一次計費等服務。

此外，充壩亦著眼於電動車隊應用所需的充電管理，朝向進一步結合車載機數據，延伸車隊管理功能，協助業者提升能源使用效益、管理效率以及智慧路徑與充電排程規劃。



資料來源：本計畫擷取自[4]。

圖 3.1.5 起而行與合作團隊聯合開發之智慧能源調度管理系統

#### 4. 飛宏科技股份有限公司

飛宏科技除提供各種規格充電設備產品外，亦提供電動車充電軟體解決方案如圖 3.1.6 所示，涵蓋前後台管理系統。前台涵蓋手機/平板 APP 與充電樁人機界面，其使用者可透過手機/平板 APP 進行充電樁找尋與導航、預約充電、充電狀態監控，並利用充電樁人機界面進行充電步驟執行與刷卡付費。後台部分充電樁營運商可應

用後台管理系統收集到的車輛充電資訊進行大數據分析，並對充電樁進行狀態監控與軟體更新。



資料來源：本計畫擷取自[5]。

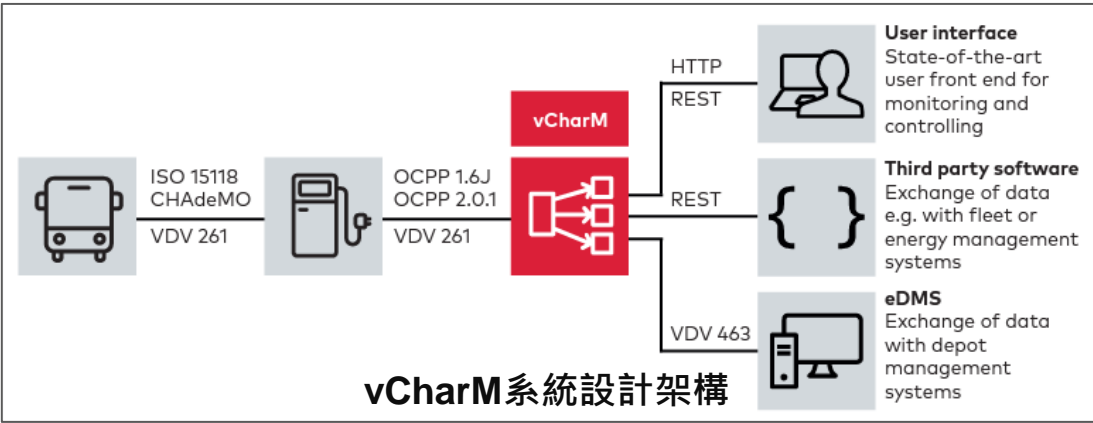
圖 3.1.6 飛宏電動車充電軟體解決方案

### 3.1.2 國外標竿案例

以國外智慧充電管理系統發展，已有部分單位推出針對車隊排程負載管理的產品，故本計畫初步蒐集包括：

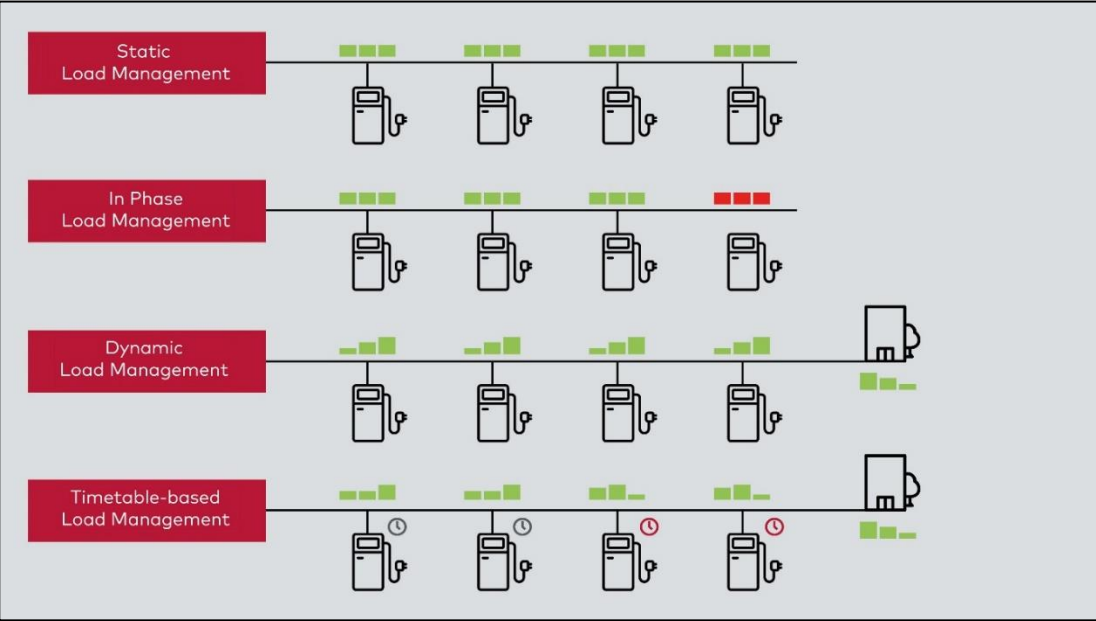
#### 1. Vector

德國 VECTOR 推出 Vector Charging Station Management (vCharM)系統以管理車隊之充電，其系統可支援 CCS 與 CHAdeMO 等充電站標準及 OCPP 通訊標準，並可調控車輛溫度、與進行車輛智慧充電負載管理，可分成靜態式負載管理、充電樁負載管理、動態式負載管理與排程式負載管理，如圖 3.1.7 與圖 3.1.8 所示。



資料來源：本計畫擷取自[6]。

圖 3.1.7 vCharM 之系統設計架構



資料來源：本計畫擷取自[7]。

圖 3.1.8 vCharM 之智慧負載管理系統

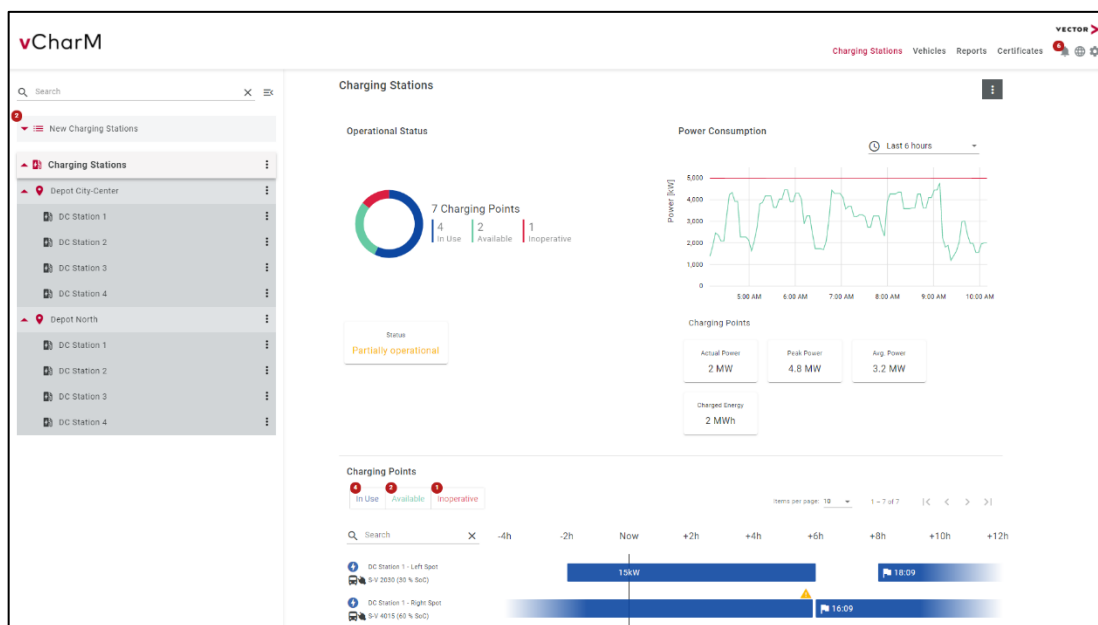
vCharM 系統就智慧充電管理提供以下功能：

- (1) 充電站管理：增加、調配與監控充電站。
- (2) 充電站控制：變更、重啟充電站與升級韌體。
- (3) 通知：事件與異常通知，歷史事件紀錄。
- (4) 車輛授權：管理與驗證車輛授權。
- (5) 瀏覽器介面：提供 web 版介面，即時追蹤充電設施使用情形。



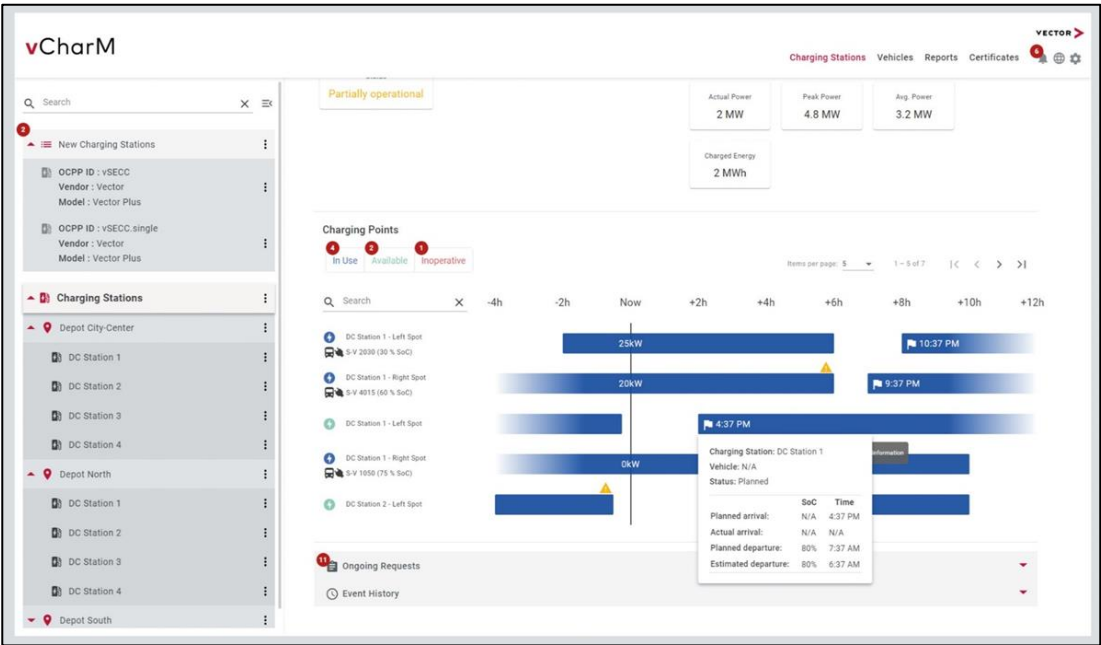
- (6) 權限管理：針對用戶設定權限。
- (7) 手機 APP：提供即時追蹤與通知。
- (8) 調度站管理：依據 VDV 463 技術文件自動化介接車隊資料，包括出車時間與其他重要數據。(電動公車加值功能)
- (9) 車輛溫度預調：依據 VDV 261 技術文件進行資料交換，進行車輛出車前溫度監控與調整。(電動公車加值功能)
- (10) 報告：定期提供充電設施使用情形綜合評估報告，另針對電動公車管理模組額外提供 NOW GmbH 所需數據資料。

系統介面設計的部分，平台以區塊方式分類顯示充電站資訊，對應時間軸單位，提供充電樁功率與充電排程規劃成果。系統亦針對車輛進站、離站時間與需達到的 SOC 進行自動充電控制，並提供充電設施異常資訊警示提醒功能，如圖 3.1.9 至圖 3.1.11 所示。



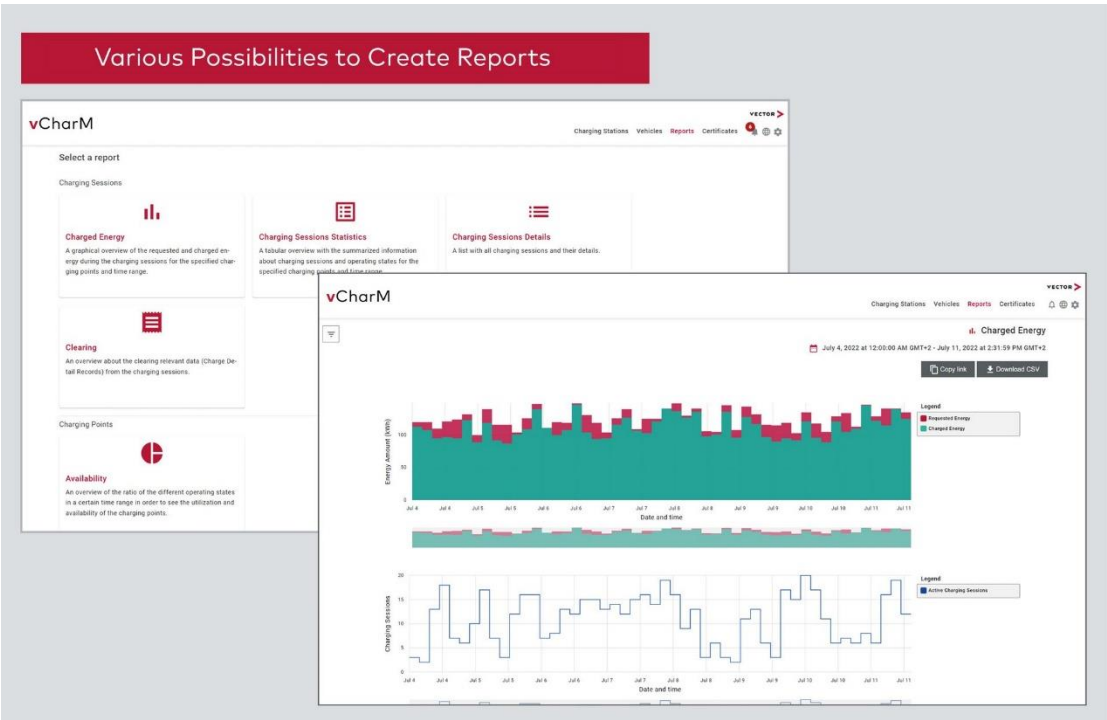
資料來源：本計畫擷取自[6]。

圖 3.1.9 vCharM 之充電場站與用電量監控畫面



資料來源：本計畫擷取自[6]。

圖 3.1.10 vCharM 之充電排程監控管理介面



資料來源：本計畫擷取自[6]。

圖 3.1.11 vCharM 之報表產出介面

## 2. Siemens

德國自動化巨擘西門子 SIEMENS 公司致力於產品的研發和製造、設計與安裝精密的系統與計畫，並針對客戶需求提供整合解決方案的服務。

SIEMENS 為電動大客車充電推出智慧充電雲端服務軟體 DepotFinity，此服務適用 OCPP 標準化通訊協定，具有 Fleet、Connect、Charge 與 Control 等四個模組（圖 3.1.12），使用者可依照自身需求挑選或組合適合自己的模組。其中，Connect 與 Control 模組可依據動態班表、場站最大充電功率與時間電價，重新安排充電時程（圖 3.1.13）。

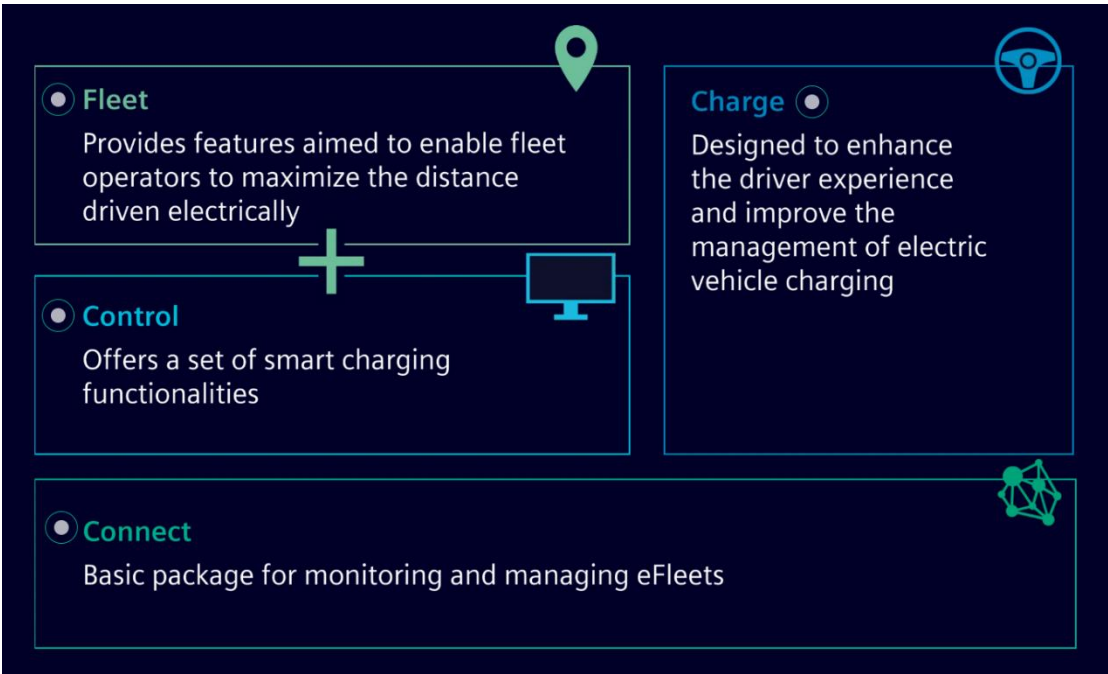
DepotFinity 的操作介面（圖 3.1.14 至圖 3.1.16），可隨時掌握充電樁與槍的使用狀態、以表格方式顯示充電資訊，以檢視充電是否有異常情形，系統亦可根據智慧充電的相關 KPI（如：運作正常的充電樁數）回傳報告。此外，系統可對照預設的充電排程與指定位置，追蹤紀錄車輛實際到站充電時間與到站充電時間是否一致。亦可與充電樁設定連動，遠端排除充電樁異常與重置/重啟充電樁。

SIEMENS 電動大客車智慧充電平台具有以下功能：

- (1) 充電站與調度站管理：增加、調配與監控場站。提供尖離峰時功率負載轉移資料、自動化介接車隊資料(包括車輛進出時間)。
- (2) 充電站控制：可遠端變更、重啟充電站與升級韌體。
- (3) 車輛充電功率調整：可根據時間電價監控與調整充電樁充電功率，亦可設定充電站負載上限。
- (4) 通知：充電事件與異常通知，歷史事件紀錄。
- (5) 車輛授權：管理與驗證車輛授權。
- (6) API 介接：可透過 API 介接使用者的車輛管理、充電管理、企業管理(如：SAP)等系統。
- (7) 報告：結合 KPI 與充電使用情形，提供綜合評估報告。

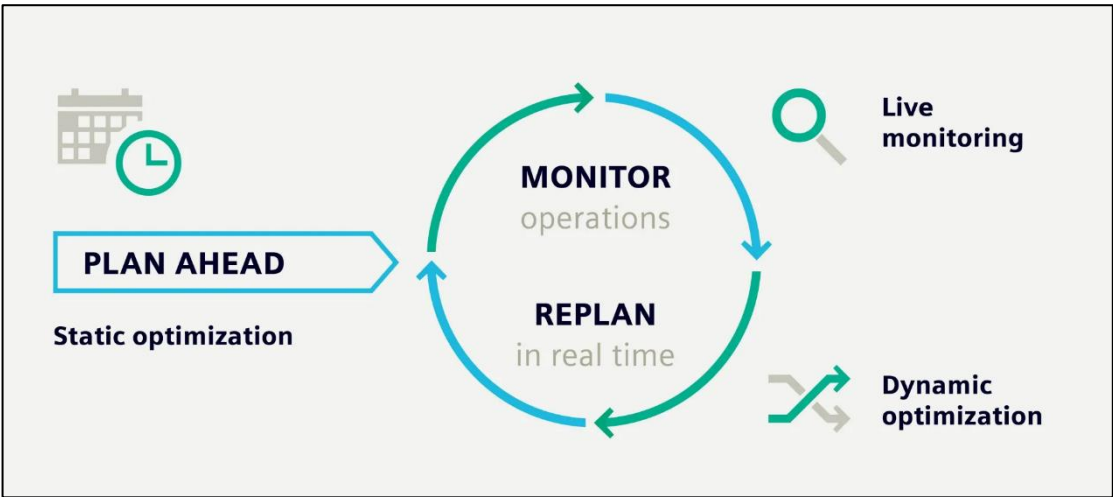


(8) 使用介面：提供 Web 版監控介面，以即時追蹤與查詢充電設施使用情形。



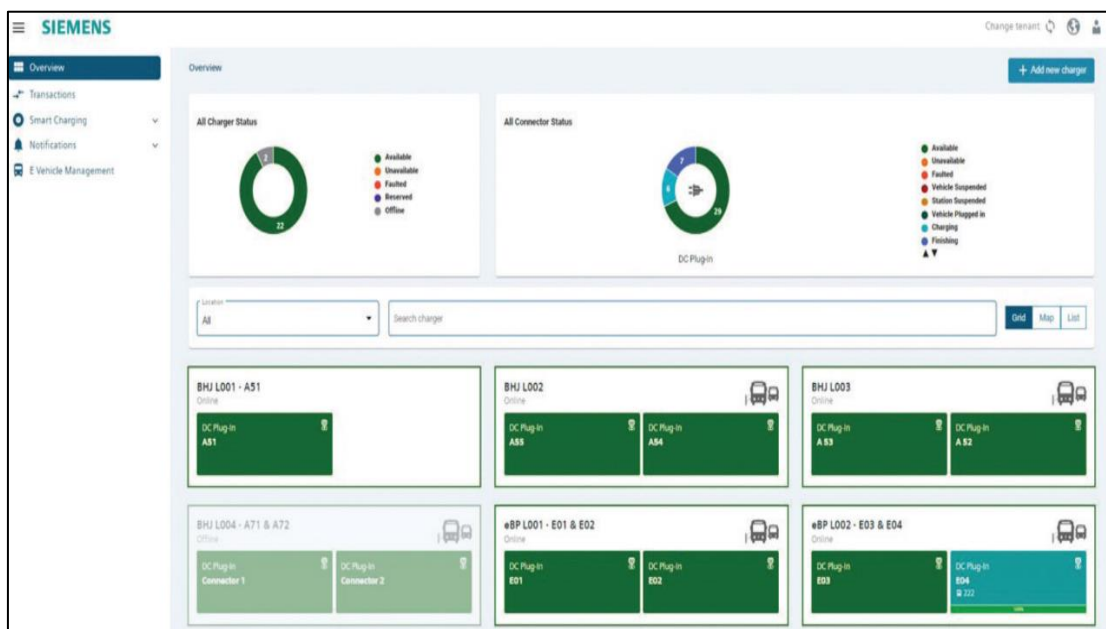
資料來源：本計畫擷取自[7]。

圖 3.1.12 德國 Siemens 公司之智慧充電雲端服務



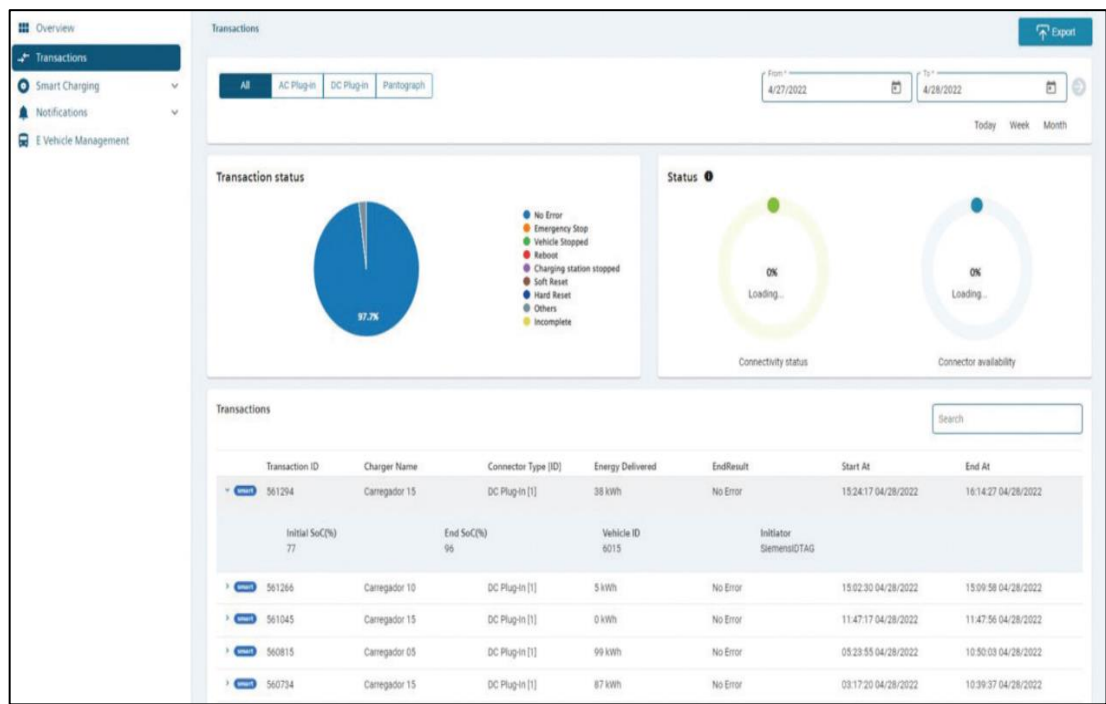
資料來源：本計畫擷取自[8]。

圖 3.1.13 德國 Siemens 公司之智慧充電管理流程



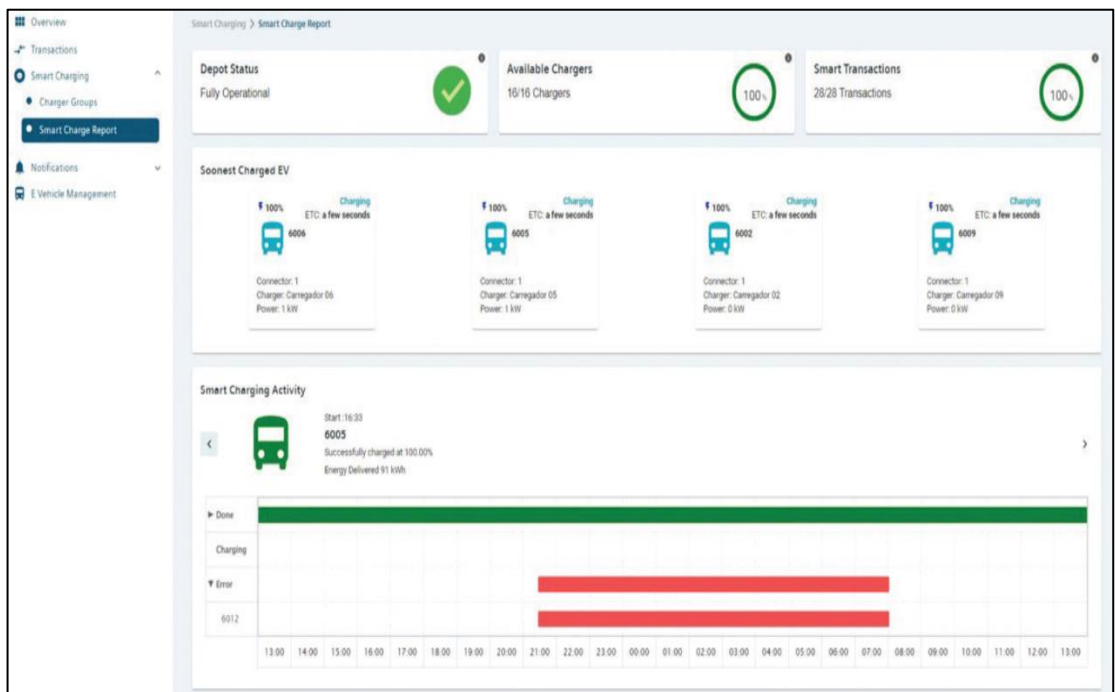
資料來源：本計畫擷取自[9]。

圖 3.1.14 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面



資料來源：本計畫擷取自[9]。

圖 3.1.15 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面



資料來源：本計畫擷取自[9]。

圖 3.1.16 德國 Siemens 公司之智慧充電操作介面

### 3. ViriCiti

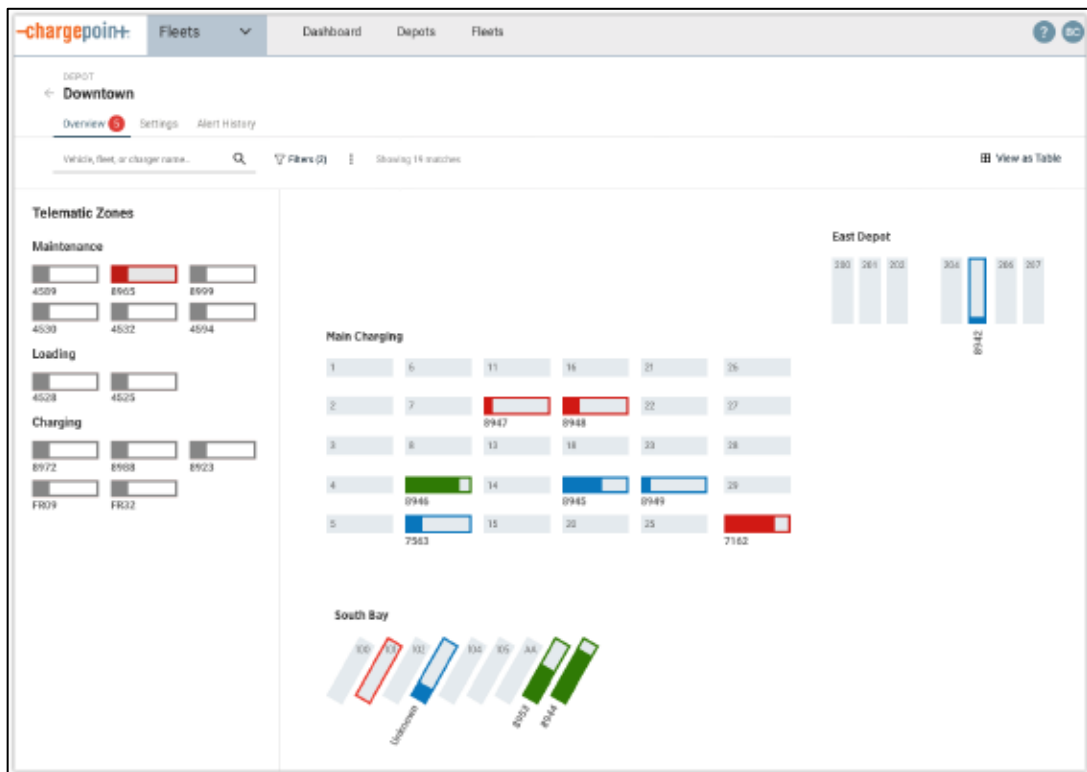
ViriCiti 係由荷蘭阿姆斯特丹成立的電動大客車雲端管理公司，透過系統記錄行駛過程並結合電動大客車基本資料為電動大客車營運商提供充電管理與車輛營運性能掌握等服務。ViriCiti 於 2021 年時與 Chargepoint 公司合併，並推出大客車車隊智慧充電服務。

此服務適用所有主要的行業標準和協定（如 OCPI 和 OCPP），設有雲端平台與儀表板，整合車隊與充電站管理系統、客運營運路線，可遠端掌握即時狀況並管理電動大客車的即時動態與用電（圖 3.1.17 與圖 3.1.18）。此系統亦可於車輛返站插槍後，根據車輛當前 SOC、下一營運路線之用電需求，以長條圖與箭頭的方式，於平台呈現建議充電量與預計完成充電時間。其充電服務系統之功能如下：

- (1) 系統整合：可整合所有車隊與充電站的資料，且不受供應商種類之限制。
- (2) 充電站與調度站管理：增加、調配與監控場站，介接車隊與路線資料，並根據路線特性與當前車輛 SOC，設定充電量目標，以提供足夠電力。此外，系統亦可自動控制電力來源(自家太

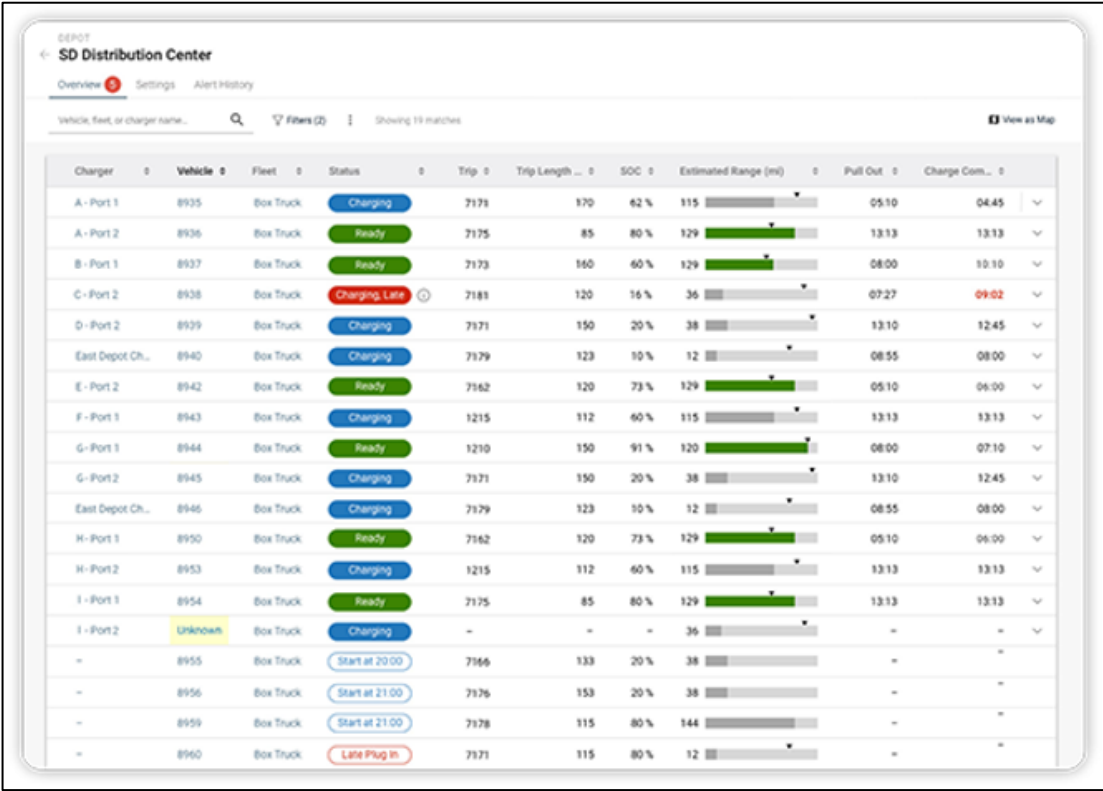
陽能儲存電力、外部電廠提供電力)，以降低用電成本。

- (3) 通知：充電事件與異常通知，歷史事件紀錄。
- (4) 權限管理：針對用戶需求提供使用方案，並設定使用權限。
- (5) 報告：根據車輛使用情形(行駛里程、使用電量)，提供綜合報告。
- (6) 使用介面：提供 Web 版監控介面，可即時追蹤車輛動態與充電設施使用情形。



資料來源：本計畫擷取自[11]。

圖 3.1.17 Chargepoint 智慧充電系統顯示車隊資訊



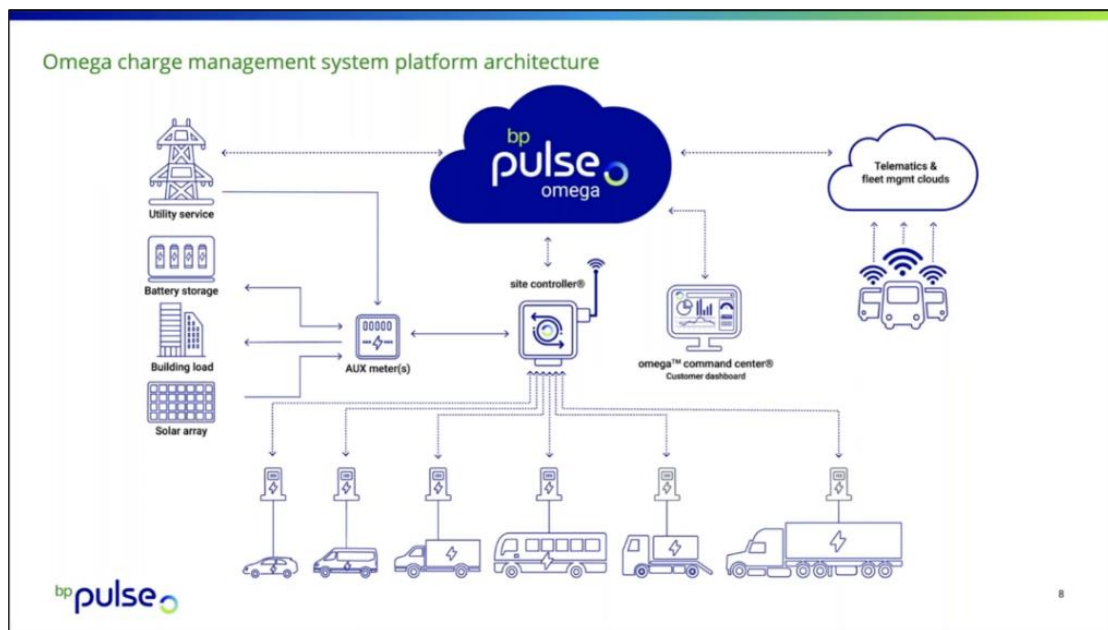
資料來源：本計畫擷取自[11]。

圖 3.1.18 Chargepoint 智慧充電系統顯示充電站資訊

4. Amply Power-BP Pulse

AMPLY Power 為創立於美國的充電服務商，致力於開發電動車充電與能源管理系統，為卡車、公車、校車、貨車和輕型車輛車隊提供充電服務；BP 為位於英國之石油公司，為世界六大石油公司之一，近年則因應電動車發展，致力於推動充電站普及化。BP 於 2021 年收購 AMPLY Power，並更名為 BP Pulse，期望借重 AMPLY Power 的專業，提供更加完善的車輛充電服務。

BP Pulse 引入於 AMPLY Power 時期就已開發的 Charging-as-a-Service 模式(以下簡稱 CaaS 模式)與 OMEGA 智慧充電管理軟體，其系統可支援大小車(圖 3.1.19)。藉由 CaaS 模式，蒐集車隊資訊、充電站資訊等，應用機器學習建立模式並結合 Amazon AWS 雲端服務，於 OMEGA 軟體為車隊營運商計算出最佳充電排程計劃，提供車隊營運商充電排程建議，幫助管理充電成本，並確保車輛隨時有電可充（圖 3.1.20 與圖 3.1.21）。



資料來源：本計畫擷取自[14]。

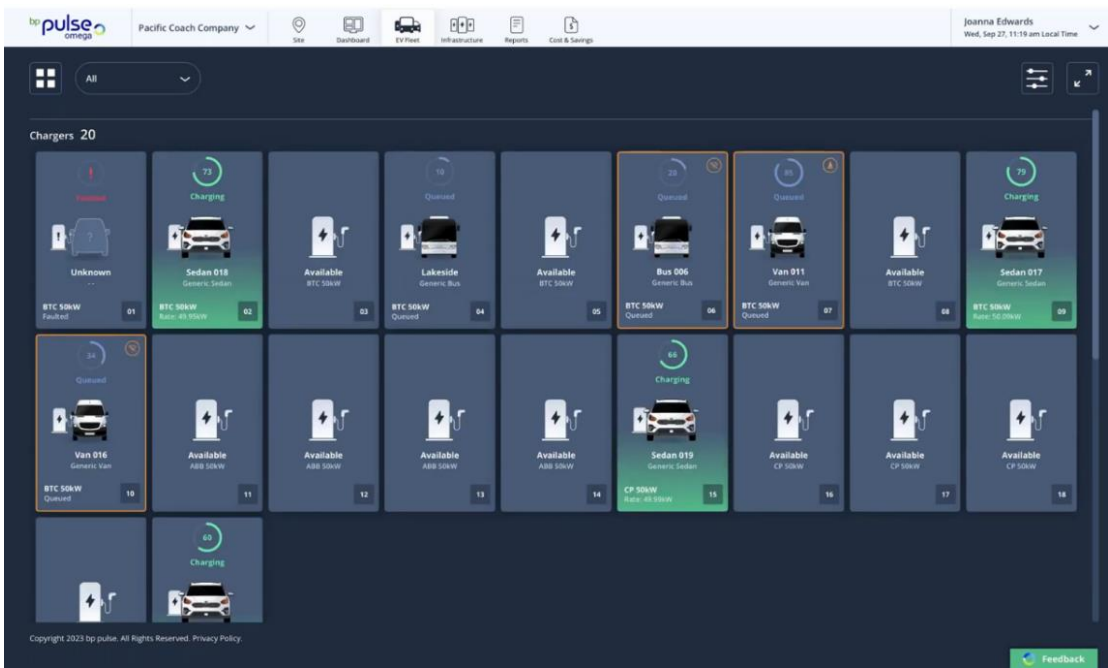
圖 3.1.19 BP Pulse 智慧充電排程系統架構

OMEGA 軟體提供之功能如下：

- (1) 充電站管理：於平台上顯示充電樁使用狀態，並可以區塊、表格、地圖等方式呈現。
- (2) 調度站管理：系統根據尖離峰用電成本建議用戶安排車輛充電時段。
- (3) 車輛充電功率調整：系統可根據時間電價、契約容量、各車輛 SOC，自動調整場站內各充電樁之充電功率，以避免超出負載並節省用電成本。
- (4) 通知：當充電樁故障或運作異常時，系統可即時提醒用戶需注意其狀況，並顯示異常原因。
- (5) 成本與碳排計算：平台會顯示經系統管理前後所需用電成本。亦呈現場站即時之碳排量。
- (6) 報告：根據電量使用、充電、車輛使用等情形，提供綜合報告，並可下載報告之 csv 檔。
- (7) 使用介面：平台具備儀表板、充電站地圖、車隊狀態、充電樁狀態、充電數據報告、充電成本分析等功能選單。亦提供電腦、手機版監控介面，以隨時追蹤使用情形。



BP Pulse 之智慧充電系統目前在國外亦已被美國安納罕大眾運輸網路(Anaheim Transportation Network)、東部康特拉科斯塔交通管理局(Tri Delta Transit)等交通主管機關與客運業者廣泛使用。



資料來源：本計畫擷取自[14]。

圖 3.1.20 BP Pulse OMEGA 軟體介面(區塊式呈現)

The screenshot displays the BP Pulse OMEGA software interface for Pacific Coach Company, showing a table of charging stations. The table has columns for Location, Charger, Charger Status, Vehicle, Vehicle Status, SOC, Vehicle Class, and Vehicle Last Updated. The status indicators are color-coded: red for Unknown, green for Charging, yellow for Available, and blue for Queued. The vehicle icons are also color-coded to match the status. The interface includes a search bar, a filter dropdown, and a feedback button at the bottom right.

Location	Charger	Charger Status	Vehicle	Vehicle Status	SOC	Vehicle Class	Vehicle Last Updated	Maint
01	BTC L3R-50-480	UNKNOWN	Unknown	UNKNOWN	0%	--	11:18 09/27/23	OFF
02	BTC L3R-50-480	CHARGING	Sedan 018	CHARGING	73%	Light Duty	11:18 09/27/23	OFF
03	BTC L3R-50-480	AVAILABLE	--	--	--	--	11:18 09/27/23	OFF
04	BTC L3R-50-480	QUEUED	Lakeside	CONNECTED	10%	Heavy Duty	11:18 09/27/23	OFF
05	BTC L3R-50-480	AVAILABLE	--	--	--	--	11:18 09/27/23	OFF
06	BTC L3R-50-480	QUEUED	Bus 006	CONNECTED	20%	Heavy Duty	11:18 09/27/23	ON
07	BTC L3R-50-480	QUEUED	Van 011	CONNECTED	85%	Medium Duty	11:18 09/27/23	ON
08	BTC L3R-50-480	AVAILABLE	--	--	--	--	11:18 09/27/23	OFF
09	BTC L3R-50-480	CHARGING	Sedan 017	CHARGING	79%	Light Duty	11:18 09/27/23	OFF
10	BTC L3R-50-480	QUEUED	Van 016	CONNECTED	34%	Medium Duty	11:18 09/27/23	ON
11	ABB Terra 53	AVAILABLE	--	--	--	--	11:18 09/27/23	OFF
12	ABB Terra 53	AVAILABLE	--	--	--	--	11:18 09/27/23	OFF

資料來源：本計畫擷取自[14]。

圖 3.1.21 BP Pulse OMEGA 軟體介面(表格式呈現)

### 3.1.3 公共充電站案例

#### 1. 國內案例

##### (1) 關西服務區啟用高速公路快充站-大小型車混合使用

交通部高速公路局近年亦發展高速公路服務區的充電樁建置，中興電工(i-charging)於其中標下大部分充電樁的營運權，儼然成為高速公路服務區最主要的充電樁廠商。

其中其經營的關西服務區公共快速充電站為全臺高速公路服務區第一個綠能低碳大小型車充電站，能同時支援大小車的充電。其站點配置 350 千瓦、540 安培的高速充電樁，支援 CCS1 與 CCS2 電動車充電標準，同時提供特斯拉原廠 CCS1 到 TPC 充電轉接頭，滿足不同品牌車輛的需求。採用智慧電網管理系統（Energy Management System，EMS），可在電力尖峰時段釋放電力，降低充電樁對市電的需求，增加區域電力穩定性。(圖 3.1.22)



資料來源：本計畫擷取自[15]。

圖 3.1.22 關西服務區公共快速充電樁

#### 2. 國外案例

##### (1) 法國巴黎拉格尼公車充電站-空間複合使用

巴黎大眾運輸公司(RATP)透過綜合開發以修復及擴建巴黎拉尼中心公車站，以節省利用空間的方式為車站創造利用價值。車站分為上下層，地下層規劃公車停車場與充電站設置空間，地上層則規劃有 RATP 與第三方組織的行政辦公室(現為內政部)、幼兒園、學校與商店。



地下公車停車區可容納 184 輛公車，並提供 80 個額外停車位與 7 個車庫維修區，延續節省空間的原則，電動公車在夜間充電，白天營運，並留有 3 層樓的停車位。RATP 與法蘭西島 Mobilités 與私人物流營運商合作，在白天其改造成貨物運輸集散中心。卡車和貨運自行車可以在特定時間進入公車停車設施，進行貨運裝載、分車作業。(圖 3.1.23)



資料來源：本計畫擷取自[16]。

圖 3.1.23 巴黎拉格尼公車複合充電站

(2) 中國廣州白雲區潭村充電站-大小型車混合使用

潭村公車充電站位於中國廣州白雲區，該充電站占地約 2.5 萬平方公尺，設有 156 個充電樁，能滿足 400 輛純電動公車及一般小型車的充電需求，為珠三角地區目前規模最大的純電動公交充電站。

該充電站主要服務的對象為當地經營之新穗巴士營運中的純電動公車與其他客運業者的電動公車；考量公車營運特性，深夜時段充電為主，故於日間時段該充電站亦可供廣大市民之小型車充電使用。(圖 3.1.24)



資料來源：本計畫擷取自[17][18]。

圖 3.1.24 廣州潭村大型充電站-大小型車混合使用

### (3) 香港公共運輸交匯處充電站計畫-電動公共小巴共用充電

香港為實現其政府設定於 2050 年前實現零碳排計畫，綠色運輸是其中的重要一環，香港政府推行電動公共小型巴士先導試驗計劃(圖 3.1.25)，首先以觀塘裕民坊及九龍塘(沙福道)的公共運輸交匯處(公車轉運站)作為試驗場域，於兩處設置快速充電樁，並供應足夠電力予小巴充電使用。目前接受綠色專線小巴服務營運商申請，運行車輛可選擇先導試驗計劃下的「預審合資格供應商」(6 家)，年底前完成批核申請，於 2024 年第一季展開首階段試驗。

後續預計增加新界區的元朗站(北)公共運輸交匯處，及港島東合適的公共運輸交匯處，預計進行設置快速充電設施及提供電動公共小巴充電服務招標，委聘營運商安裝、營運、管理及維修快速充電設施。



資料來源：本計畫擷取自[19]。

圖 3.1.25 香港觀塘裕民坊及九龍塘公共運輸交匯處充電站計畫

### 3.1.4 案例綜整分析

本節蒐集國內外對於電動大客車車隊智慧充電應用之經驗，與國內外公共充電站案例，藉以掌握發展情形與可參考借鏡之處。

國內蒐集車王電子、台達電子、起而行、飛宏科技共四個智慧充電系統案例，雖然部分業者最初主要發展小型車的充電系統與管理軟體，但近年亦投入大客車充電系統功能開發，針對電動大客車專用之智慧充電管理系統開發，現況已提供靜態班表、固定級距充電功率等功能，滿足客運營運基本需求。

國外則蒐集 Vector、Siemens、Viriciti & Chargepoint、Amplify Power & BP 共四個智慧充電系統案例，國外案例針對智慧充電管理本架構源自於乘用車充電管理為基礎，而後延伸至大型商用車(包括大客車、物流車等)車隊充電管理，故主要針對服務對象進行充電系統之功能開發設計，發展條件基礎與發展方向較為相近，另於個別系統納入技術整合之成果。透過蒐集國外案例，智慧充電管理系統主要導入之功能包括：

1. 時段充電調度：針對不同時間電價，制定各時段的最大輸出電流，以降低充電成本。
2. 充電站負載管理：根據充電站的契約容量與各車輛回站時剩餘 SOC，自動分配充電量。
3. 預期所需電量計算：根據車輛回站時剩餘 SOC 與執行下一班次任務時所需用電，計算目標充電量，並以長條圖與箭頭的方式於平台呈現，方便用戶檢視。
4. 充電樁異常狀態警示：當充電樁有部分功能異常時，系統透過平台提醒用戶，並說明異常原因，以避免車輛因充電樁故障無法充電而影響營運。
5. 充電樁遠端監控：其中 SIEMENS 的案例，因軟硬體設備統一建置，管理系統與充電樁設定連動，可達到遠端排除異常與重啟充電樁之做法。
6. 光儲能充電調度：結合太陽能與儲能之儲電系統，輔助充電站用電

尖峰時段用電量。

本計畫則運用團隊技術整合以及示範對象之數位化能量，發展全時自動化充電監管、依需求彈性調配充電功率(非均流充電)及電池延壽充電模式等，更進一步服務客運充電營運調度需求；與國外案例比較，針對光儲能充電調度與遠端控制車內溫度功能尚缺乏（表 3.1-2）。其中，光儲能納入充電能源調度的部分，雖會大幅增加建置成本，但亦符合未來充電站的發展趨勢，本團隊搜尋市場上合作對象，預計朝向搭配鈦液流電池的方式進行光儲系統整合開發；另外針對遠端控制車內溫度的部分，主要是因應歐洲國家的極寒氣候發展條件，降低車輛運行時因電池溫度過低造成能耗增加之對策，以臺灣營運環境尚無需考量。

表 3.1-1 國內外智慧充電應用案例彙整

業者		運用案例	案例特色
國內業者	車王電子	智慧電池能源管理系統	<ul style="list-style-type: none"><li>• 包含電池平衡管理系統、充電樁管理系統、車輛動態管理系統及智慧儲能管理系統。</li><li>• 透過遠端電腦按照個別車輛所需里程與剩餘電量及隔日出車班表優先順序，進行充電排程規劃，有效降低契約容量支出。</li></ul>
	台達電子	電動車智慧能源解決方案	<ul style="list-style-type: none"><li>• 依據充電站的需求與場站條件規劃最適合的電動車充電基礎設施。</li><li>• 結合太陽能與儲能系統，輔助調節尖峰用電，以優化充電服務與能源效率。</li></ul>
	起而行	智慧能源調度管理系統	<ul style="list-style-type: none"><li>• 涵蓋充放電資訊傳輸及控制功能，整合串接儲能系統與車主 APP 之 V2G 功能。</li><li>• 車輛插槍後，考量時間電價與場站契約容量調配用電。</li></ul>
	飛宏科技	電動車充電軟體解決方案	<ul style="list-style-type: none"><li>• 前端(使用者)：透過 APP 進行充電樁找尋與導航、預約充電、充電狀態監控及付</li></ul>

業者		運用案例	案例特色
			費。  •後端(充電樁廠商)：對充電樁狀態進行監控與更新，對充電樁數據進行分析。
國外業者	Vector	vCharM 智慧充電管理系統	•介接動態班表以根據排班狀態調整充電排程。  •可調控車輛空調溫度以節省用電。
	Siemens	DepotFinity 智慧充電雲端服務軟體	•提供四種不同智慧充電方案，用戶可自行選擇或組合。  •充電樁異常時可藉由軟體遠端重啟。  •系統會記錄車輛實際到站充電時間，並對照預設的充電排程與指定位置是否一致。
	Viriciti & Chargepoint	智慧充電系統服務	•根據車輛回站 SOC 與下一班次所需用電，計算目標充電量，並藉由平台以長條圖與箭頭標示，方便用戶檢視。  •結合自家太陽能儲電系統，根據電價變化調配用電，以降低成本。
	Amplify Power & BP	OMEGA 智慧充電管理軟體	•透過 CaaS 模式的智慧運算，挑選電費較低的離峰時段進行充電，並根據契約容量與車輛回站剩餘 SOC 分配用電。  •充電樁運作異常時會透過平台提醒用戶。

資料來源：本計畫整理。

表 3.1-2 國內外智慧充電應用案例功能與本計畫比較

功能 \ 案例	Vector	Siemens	Viriciti & Chargepoint	Amplify Power & BP	本計畫系統
導入車輛班表	✓	✓	✓	✗	✓
契約容量控制	✓	✓	✓	✓	✓
電力來源控制 (太陽能、儲能系統)	✗	✗	✓	✓	開發中 (搭配鈮液流電池)
充電時程預估	✓	✓	✓	✗	✓
設備異常預警	✓	✓	✓	✓	✓
遠端重啟設備	✗	✓	✗	✗	✓
車輛動態追蹤	✗	✗	✓	✗	✓
預排車位	-	-	-	-	✓
電池延壽 充電模式	-	-	-	-	✓
遠端調控 車內溫度	✓	✗	✗	✗	✗
跨場站管理	✓	✓	✓	✓	✓
支援不同 車種、車輛廠牌	✓	✓	✓	✓	✓
支援不同 廠牌充電樁	✓	✗	✓	✓	✓
手機/平板 管理介面	✓	✓	✓	✓	✓

資料來源：本計畫整理。

而就國內外公共充電站案例設置，則多屬考量將場域之利用價值最大化。關西服務區充電站裝設可同時供大小型車使用之快速充電樁；巴黎拉格尼公車充電站與廣州白雲區潭村充電站皆利用客運營運特性，在白天大客車營運的時段，將場地供其他車種/服務利用；香港公共運輸交匯處充電站計畫則將公車轉運站內設置充電樁，提供不同路線之電動小巴使用。(表 3.1-3) 以下根據國內客運業者服務特性，彙整未來公共充電站營運模式可借鏡之處：

1. 高速公路做為國內長途運輸之重要道路，因應未來電動大小型車的逐漸普及，可參考關西服務區之案例，逐步擴建可同時支援大小型車充電之公共快充充電樁。
2. 國內客運業者仍以於自有調度站充電為主，因營運車輛屬公司資產，前往公共場域充電停放仍有疑慮，若對應日間無法回廠之必要性補電相對機會較高；故於客運轉運站非上下客之臨時調度車位或轉運站周邊大客車停車場，未來可建置充電樁，支援大客車短時間待班時補電。
3. 參考國外公共充電站案例不同車型之應用，未來客運業者調度站可考慮複合車種使用，客運業者可以簽約方式，與特定車隊(如物流車隊、計程車隊)，提供日間充電使用，在滿足進出車輛控管的前提下增加衍生價值。

表 3.1-3 國外公共充電站案例彙整

充電站案例	營運模式	案例說明
關西服務區高速公路快充站	大小型車混合使用	<ul style="list-style-type: none"><li>• 站點配置 350 千瓦、540 安培高速充電樁，可支援大小型車快充充電需求。</li><li>• 支援 CCS1 與 CCS2 接頭。</li></ul>
法國巴黎拉格尼公車充電站	站體空間複合使用	<ul style="list-style-type: none"><li>• 多用途車站，節省空間的同時創造利用價值。</li><li>• 地下層深夜供電動大客車充電，白天則供物流業者停放，做為貨物運</li></ul>

		輸集散中心。
中國廣州白雲區潭村充電站	大小型車混合使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主要服務客運業者之電動大客車。</li> <li>• 考量營運特性，深夜供大客車充電，白天供小型車充電。</li> </ul>
香港公共運輸交匯處充電站計畫	電動公共小型巴士共用充電	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 於公車轉運站設置快速充電樁供不同路線之電動小巴使用。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

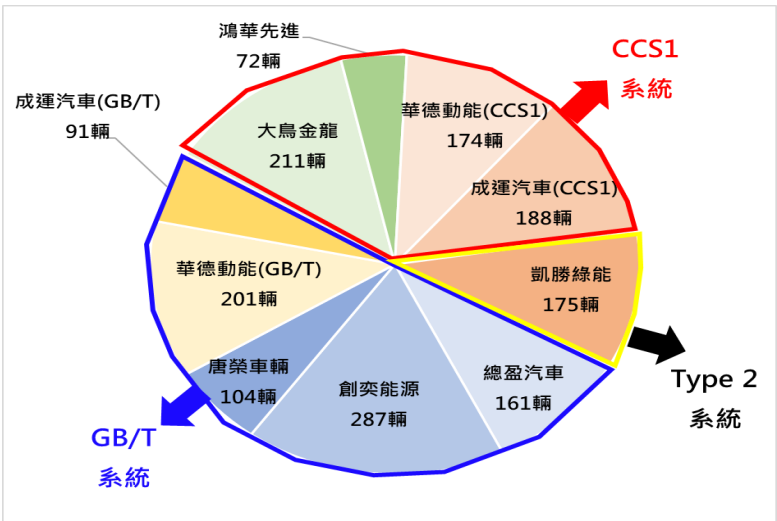


### 3.2 國內電動大客車充電管理推動情形

#### 3.2.1 國內電動大客車充電系統使用現況

國內過去並未針對電動大客車訂定專屬的充電介面規格，而是沿用目前使用中電動車輛充電系統和介面規格，及遵循國際或各地主要的電動車輛充電標準或規範。依據相關統計資料，國內客運業者主要使用電動大客車之車廠包括凱勝綠能、華德動能、創奕能源、成運車輛、唐榮車輛、總盈汽車、大鳥金龍及鴻華先進科技，其中鴻華先進與大鳥金龍為 CCS1 系統、凱勝綠能為 Type2 充電系統，其餘車廠過去使用 GB/T 充電系統，自 111 年起申請電動大客車示範計畫補助及 112 年開始申請補助之車輛，則均需採用 CCS1 充電系統。

整理統計資料，截至 112 年 11 月國內上線服務之電動大客車數量共計 1,664 輛，其中使用 CCS1 系統的客運業者總計 26 家共 645 輛車，占總導入數量的 39%；使用 Type2 系統的客運業者(含其他業者)總計 12 家共 175 輛車，占總導入數量的 10%；使用 GB/T 系統的客運業者(含其他業者)總計 31 家共 844 輛車，占總導入數量的 51%，其中以港都客運(總盈 128 輛)、首都客運(創奕 108 輛)及四方客運(唐榮 83 輛)占多數，華德動能與成運汽車則皆具有支援 GB/T 系統或 CCS1 系統之車輛。國內各車廠電動大客車數量如圖 3.2.1 所示，不同充電系統之導入狀況如表 3.2-1 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.1 國內各車廠電動大客車數量

表 3.2-1 不同充電系統之導入狀況

充電系統	車廠	客運業者	小計	總計
GB/T	總盈汽車	首都客運	11	161
		大都會客運	14	
		港都客運	128	
		屏東客運	7	
		其他業者(台北捐血中心)	1	
	創奕能源	中鹿客運	72	287
		中台灣客運	15	
		漢程客運(含新營分公司)	45	
		興南客運	24	
		指南客運	2	
		首都客運	108	
		臺北客運	20	
		其他業者(原住民發展中心)	1	
	華德動能	欣欣客運	34	201
		指南客運	8	
		大都會客運	20	
		首都客運	30	
		三重客運	10	
		臺北客運	28	
		桃園客運	10	
		巨業交通	2	
		南投客運	3	
		南臺灣客運	32	
		淡水客運	8	
		科技之星	1	
		巨業交通	2	
		國光客運	3	
		全航客運	2	
		其他業者(原住民發展中心、故宮、車王電子、工研院、華德動能科技股份有限公司)	8	
	唐榮車輛	四方巴士	83	104
		桃園客運	6	
		金門縣公共車船管理處	5	

充電系統	車廠	客運業者	小計	總計
	成運汽車	豐原客運	10	91
		國光客運	58	
		漢程客運	3	
		彰化客運	28	
		其他業者(成運汽車製造股份有限公司)	2	
CCS1	大鳥金龍	光華巴士	59	211
		指南客運	78	
		中興大業巴士	30	
		淡水客運	2	
		基隆客運	20	
		中台灣客運	7	
		統聯客運	15	
	鴻華先進	高雄客運	25	72
		府城客運	16	
		新營客運	6	
		員林客運	5	
		三重客運	13	
		普悠瑪客運	3	
		金門縣公共車船管理處	2	
		其他業者(鴻海精密工業股份有限公司)	2	
	華德動能	欣欣客運	22	174
		三重客運	20	
		大南汽車	47	
		中鹿客運	20	
		台中客運	36	
		興南客運	19	
		南台灣客運	9	
	成運汽車	欣欣客運	38	188
		首都客運	37	
		臺北客運	21	
		大都會客運	7	
		台中客運	22	
		國光客運	18	
		漢程客運	45	
Type2	凱勝綠能	捷順交通(含桃園與澎湖分公司)	63	175
		大都會客運	20	

充電系統	車廠	客運業者	小計	總計
		臺北客運	20	
		太魯閣客運	15	
		府城客運	15	
		苗栗客運	10	
		台中客運	8	
		阿里山客運	8	
		雲林客運	11	
		南臺灣客運	5	
		豐原客運	3	
		新營客運	8	
		總計		1,664

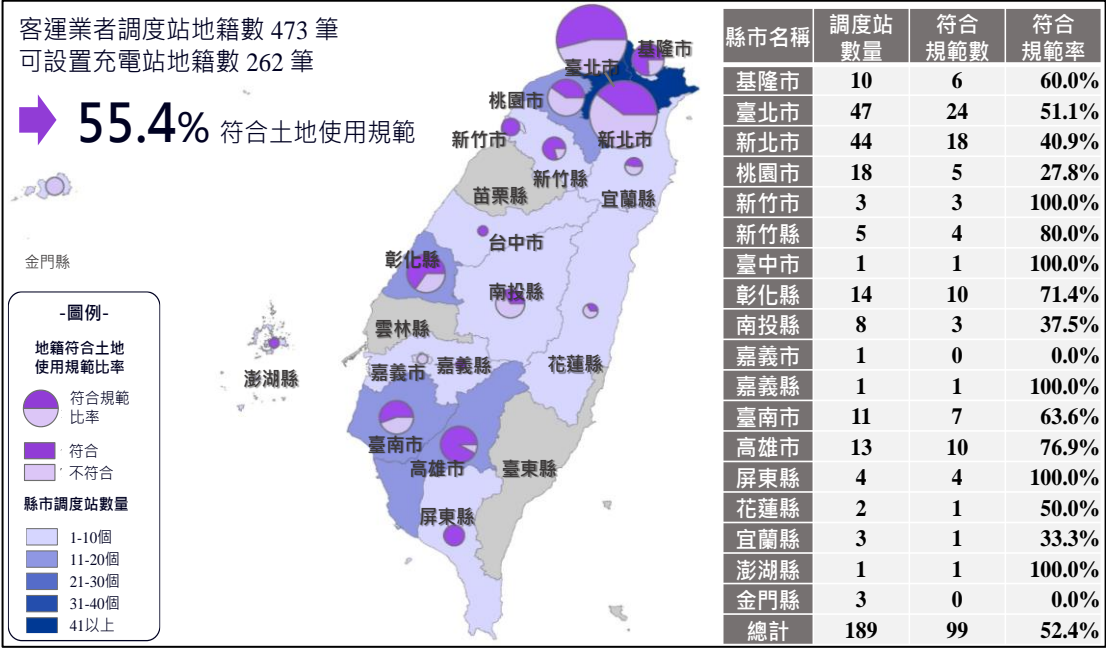
資料來源：本計畫整理自[21][22]，最後更新日期為 112 年 11 月 28 日。

### 3.2.2 國內電動大客車充電系統使用議題

#### 1. 充電站設置及用電申請之困境

依據交通部運輸研究所前期計畫(109 年)掌握客運業者電動大客車充電相關議題，與客運業者進行訪談得知，過去由於高壓充電設施建置於住宅區時常會引起周邊居民的反彈，因此現階段充電設施建置在工業區或郊區，而客運業者在申請調度站轉換設置充電站時，因土地使用限制造成申請上的種種不便，即使後續充電站建置完成後，鑒於台電針對電源不足時之限制用電政策，無法保障到充電站的供電穩定性。

依據「我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探」，該計畫綜整客運業者之調度站地籍數共 473 筆，並依據內政部於民國 101 年 9 月 27 日臺內營字第 1010808818 號令修正第三條附表、內政部於民國 107 年 08 月 14 日修正非都市土地使用管制規則第 6 條附表一：各種使用地容許使用項目及許可使用細目表篩選出可用於充電站之土地使用分區，結果顯示現階段僅有 55.4%的調度站符合規範可設置充電站如圖 3.2.2。



資料來源：本計畫擷取自[20]。

圖 3.2.2 國內可設置充電站之調度站圖(107 年盤點)

現況客運業者在既有調度站申請土地變更，應依「非都市土地使用管制規則」向土地所在地直轄市或縣(市)政府申請核准並繳納規費及檢附相關文件。另外，非都市土地使用之公用事業設施項目中，並未明文許可充電站之設置，故建議充電站列入各類用地許可使用項目中，以利業者在申請時能有所依據。

客運業者在申請調度站轉換設置充電站時，因土地使用限制造成申請上的種種不便，即使後續充電站建置完成後，鑒於台電於電源不足時所採用的限制用電政策，無法保障充電站的供電穩定性。

電動大客車營運服務區域多集中於都會區，為利於營運調度與降低空駛，充電調度站多鄰近路線起迄點設置；但由於都會區供電瓶頸區輸配電力問題，在輸配電負荷量接近飽和的情況下，當遇到客運充電站申請設置可能造成超載，最終必須妥協採下修契約容量、限制離峰時段充電以及遇電網狀況必須優先斷電等「有條件」核供配套做法，增加業者第一線人員營運調度複雜度與維持營運壓力。

以 112 年 9 月實際訪談首都客運、大都會客運經驗，因電動大客車運行路線所屬充電調度站位於供電瓶頸區，台電僅開放少量日間契約容量(安康站 66kw、民生站 300kw)，業者為滿足路線營運班次用電量需求，除盡量於夜間充飽電外，亦因應營運後部分車輛充電需要，申請借調至集團其他非供電瓶頸區之充電調度站進行充電。

## 2. 充電站空間限制對車樁比之影響

現況國內尚處於電動大客車導入初期，故各家客運業者之電動大客車車隊規模皆不大，日後隨著政策推動，電動大客車規模逐漸擴大，若仍舊採用傳統充電模式，則充電站所需空間增加，依據客運業者調度經驗，假設一般柴油車所需之停放空間為 20 坪，導入電動大客車因要配合充電樁的設置，則停放空間恐增加為 30 坪，若以佔地 1,000 坪的調度空間計算，全面電動話減少近 20 輛大客車的停放空間，因此當車隊規模過大時，勢必面臨場站空間不足問題。

依據與客運業者訪談得知，首都客運於安康站導入 30 輛電動大客車，搭配 15 組車王電子得充電樁(DC 直流 120kW 雙槍充電)，車樁比

為 2:1，採用業者提供之充電排程系統，限制尖峰時段充電，並於夜間離峰時段計算各車輛剩餘電量，設定於固定時間達到足量 SOC，有餘裕時間再充至滿電；欣欣客運於深坑站導入 22 輛大電動客車，搭配 11 組車王電子的充電樁(DC 直流 120kW 雙槍充電)，車樁比為 2:1，並導入智慧排程系統，客運業者可預先匯入班表於智慧充電控制平台，車輛回廠後連接充電樁，智慧排程系統會依據班表與接入的車輛進行隔日發班順序與充電時間估算進行排程充電，並進行主動式調配充電功率配速(可達到非全功率充電)，目前採用智慧充電對應契約容量及用電費率，已為深坑站節省 40% 用電費用。而國光客運於五股站導入 30 輛電動大客車，搭配 6 組飛宏的充電樁(DC 直流 180kW 雙槍充電)，車樁比為 5:1。

### 3. 營運調度與充電模式對用電費用及供電穩定性之影響

目前國內大客車全面電動化正處於推動階段，國內客運業者也漸漸找到對應調度之充電模式，但隨著電動大客車政策不斷推進，當車輛規模逐漸擴大，若持續採傳統式充電會為地區電網增加負荷，且對於人力以及電力方面成本會顯著增加。以下分別就不同補電特性進行探討與說明：

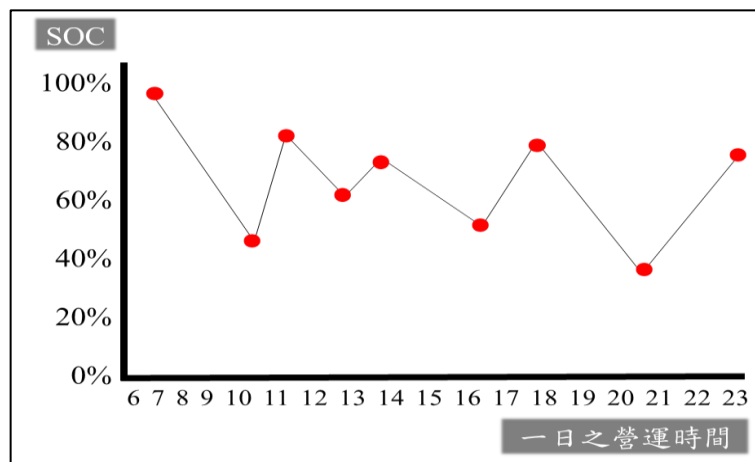
#### (1) 短程補電型

當客運業者為了提高車班調度彈性或營運成本上之考量採購電池容量低於 100kWh(或每日補電若干次)之車輛，在實際營運面上，考量到採用的車輛電池容量小，並有單日補電若干次之需求，且此補電行為為不考慮電價費率的情況之因應而生，因此若在尖峰用電時段有充電需求，龐大的用電費用對於客運業者不小的負擔。

圖 3.2.3 為短程補電型充電示意圖。

- ①優點：透過高功率充電，可達到在 10-15 分鐘內就可充 70%-80% 的電；充電時間與加油時間雷同，因此，建置基礎設施時可彈性運用的空間變多。

- ②缺點：高功率之充電樁成本較高；快速充電之電流大，因此對充電技術及充電安全性有更高的要求；採時間電價對此模式不利。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.3 短程補電型充電示意圖

## (2) 長程充電型

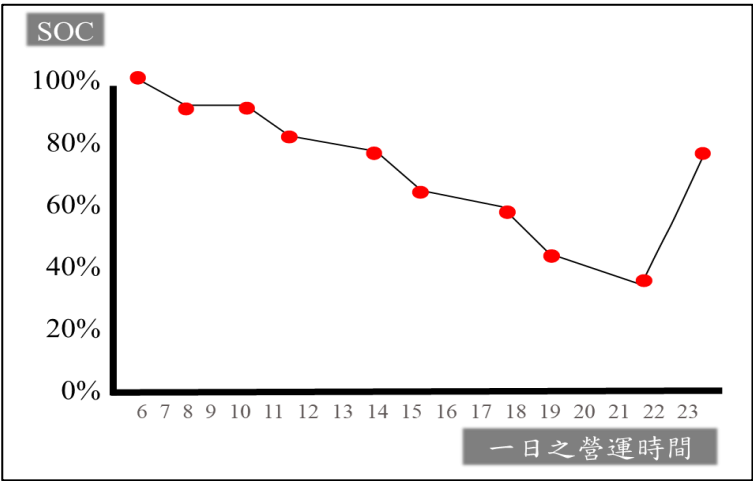
當客運業者為了強調車班調度之彈性或其他營運成本上之考量，採購電池容量高於 250kWh(或更高，每日補電若 1~2 次不等)並採用長程充電型模式，雖此充電模式為考慮離峰電價費率之情形而生，然此模式之充電需求大部份及終於夜間時段，若未來隨著政策推進，許多客運業者逐漸汰換柴油車為電動車時，大規模電動車隊若有充電需求並集中於夜間離峰時段充電時，同一時段區域電網相當於需要負載額外的電力供應壓力，恐造成區域電網超載而影響供電穩定性，圖 3.2.4 為長程充電型充電示意圖。

- ①優點：可充分利用離峰電力時段進行充電，降低充電成本；駕駛員日間駕駛時里程焦慮程度低。
- ②缺點：充電時間過長(取決於充電樁輸出功率與電池容量大小)，當車輛有緊急行駛需求時難以滿足；需建置大量充電樁使得空間使用彈性降低；大規模車隊若有充電需求，可能會達時段供電上限。

以現況業者調度模式而言，充電若集中於夜間離峰用電時段，



雖可降低電費，但當車隊規模增加使離峰時段充電需求增加，恐造成區域電網超載而影響供電穩定性；充電若分散於尖離峰時段，雖可均衡單一時段用電量，但若於尖峰電價充電比率高，拉高整體用電費用。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.4 長程充電型充電示意圖

4. 電價方案選擇考量

過去在調度站用電費率的選擇多採時間電價方案，考量充電主要時段需求可選擇二段式或三段式時間電價，據了解為簡化作業，客運業者較多申請二段式時間電價。台電已於 111 年 5 月 31 日公布「電動車充換電設施電價」，主要目的為解決電動車夜間集中充電衍生之用電負載過大與高額基本電費造成電動車導入負擔問題，調降基本電費計價、加大尖離峰電價差異、加長離峰時間帶，提供充電需求的用電單位進行選擇；在配合充電需求分配得宜的情況下，採用充換電設施電價可提升充電彈性及車隊調派，但若無法妥善排程，於尖峰用電費用增加幅度會更有感。

不同電價方案對應車輛配置之電池容量、車輛與充電設施功率、營運班次數、行駛里程數等營運特性有所差異，客運業者在規劃電動大客車充電策略時，除考量場域本身契約容量是否具有限制外，尚需

進行多方面評估，方能選擇適合之電價方案，達到營運服務穩定與有效管理營運成本。

- (1) 電池容量：車輛配置的電池容量會影響充電所需頻率與時機。高電池容量之車輛可依據充電時機，選擇充換電設施電價方案或時間電價方案；低電池容量之車輛如於尖峰時段仍有密集充電需求，考量尖離峰電價價差過高，建議維持使用時間電價方案。
- (2) 車輛與充電設施功率(快/慢充)：車輛可接受與充電設施可提供之功率搭配會影響選擇。快充功率在妥善規劃下較無與尖峰時段重疊之可能，適用充換電設施方案；慢充功率如充電期間會與尖峰時段重疊，則不適用充換電設施電價方案。
- (3) 營運班次數：營運班次之發車時機與頻率，會影響車輛用電與充電需求。班次規劃上可使車輛避免於尖峰時段充電，可選擇充換電設施電價方案；若班次密度高且車輛用電量大，使車輛於尖峰時段亦有充電需求之情況，建議維持使用時間電價方案。
- (4) 行駛里程數：車輛每日實際之行駛里程數會直接影響用電量。若行駛里程長且充電頻率高，無法避免於尖峰時段充電，則建議維持使用時間電價方案。

#### 5. 充電規格互相支援使用議題

在充電場域之充電樁充電規格部分，因不同車廠之車輛性能有所不同，而客運業者的營運路線亦存在不同之道路行駛條件，故在電動大客車導入時，相同客運業者可能會依據不同的道路線行駛條件，導入不同車廠之車輛，然各家車廠生產車輛時搭配的充電樁及充電設施介面不同，不同車輛搭配之充電設備無法互用，即使客運業者選用同一充電規格，卻因為檢測驗證制度不完善，造成不同批次的電動大客車和充電設備無法相容充電，致使客運業者在採購車輛的同時需要採購對應的充電樁，增加電動大客車車隊擴大規模之困難度。

因應電動車充電之發展議題，110年由工研院發起並廣納國內50餘家重要的業者和法人，組成「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」(以下簡稱「聯盟」)，透過聯盟內部討論，探索可行對策並凝聚

會員共識，最終提出相關建議，作為政府單位制定和推動相關政策的參考，以符合擴大推動時之經濟與效率；此外，交通部 111 年 9 月 16 日修訂「交通部電動大客車示範計畫車輛業者資格審查作業要點」，亦明定車輛車型應符合中華民國國家標準之 CCS 充電介面，做為申請補助電動大客車必要條件，112 年 1 月 19 日訂定之「交通部公路總局補助電動大客車作業要點」，則明定自中華民國 112 年起申請補助之電動大客車車輛，限依交通部電動大客車車輛業者資格審查作業規定揭露審查資格符合之車輛業者及車型，意即補助車輛均須符合 CCS 充電介面，為電動大客車充電介面一致訂定落日條款。

### 3.3 智慧充電管理系統推動策略

依照現況客運業者對應充電使用之相關議題，並整合充電場域整體發展架構，從客運業者運作流程中建立智慧充電管理系統可能之發展功能與定位。

1. 基本功能(夜間排程)：對應契約容量上限、用電尖峰限制與靜態班表調配充電功率，於下一日首班車發車時間前完成車輛充電。
2. 日間排程：除契約容量上限、用電尖峰限制外，結合全日動態班表，進一步對照車輛狀態資訊與下一趟班次的用電需求，對應營運條件限制式，判斷待班時充電與否與調配充電功率。
3. 考量電池健康度之充電規劃：電池在低電量、高電量的區間，充電時因產生較高電池內部阻抗，對於充電功率接收的效益不佳且影響電池壽命，故藉由充電過程監控電池電壓及 SOC 變化，對應電池特性與電量區間提供合適的充電功率，輔助維持電池健康度，達到延長電池壽命效果。
4. 結合光儲系統的充電調度：充電調度站結合太陽能與儲能之光儲系統，可對應尖峰即時補電需求、區域電網供電不足或短暫斷電等狀況下，為電動大客車維持可靠、穩定的電力供應；因光儲系統之設置成本高，並非客運業者導入之首選，但若有適合的場域設置機會，可結合光儲系統納入智慧充電管理範疇，

達到更有效率的充電調度。

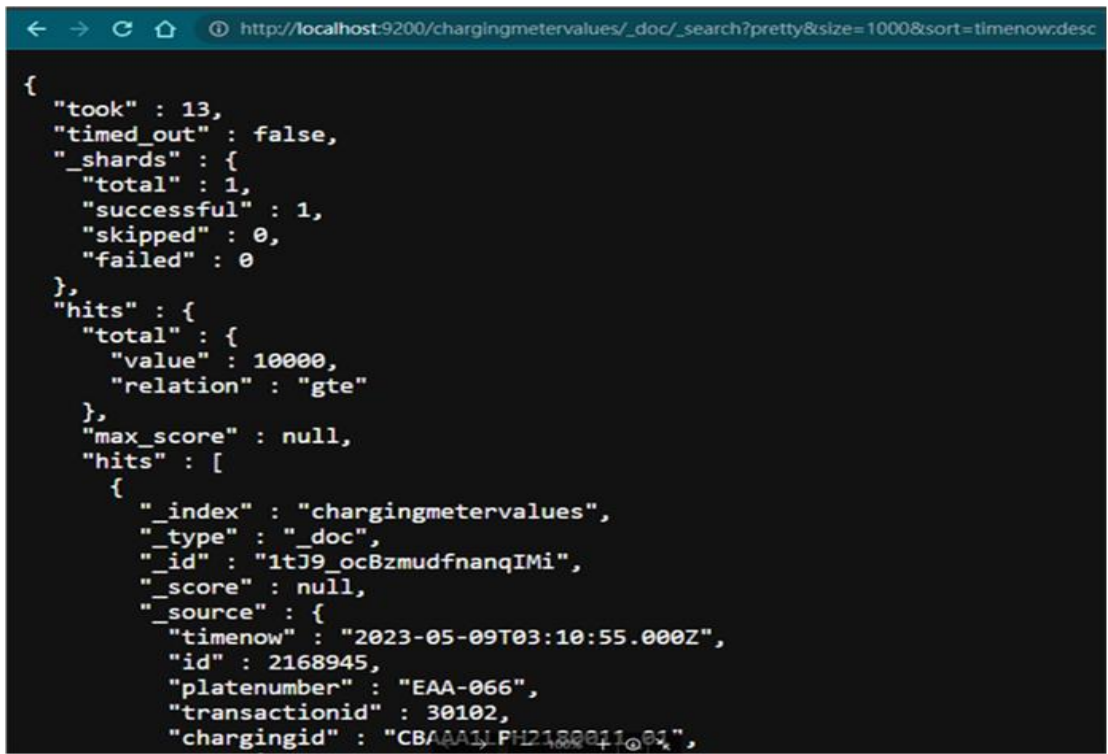
5. 跨場站充電需求擴充：業者營運車輛鄰近路線起迄點周邊有兩個以上自有充電站或公共充電站，結合業者自有充電站資訊以及營運車輛定位及狀態資訊，給予車輛駕駛於該趟班次結束時前往之充電站與充電車位訊息；另依據公共充電樁資料公開程度與時程，增加系統介接外部資料功能，公共充電站納入替選規劃方案選項。

## 第四章 系統驗證

### 4.1 電動大客車智慧充電管理系統性能提升

#### 4.1.1 提升軟體穩定性及運算效率

本計畫針對 110 年電動大客車智慧充電示範計畫建置之電動大客車智慧充電管理系統，強化其軟體穩定性及運算效率，以提升智慧充電管理之即時性及可靠度。在資料儲存上，團隊使用 ELK 之開源套件(Elasticsearch, Logstash, Kibana)，達到即時撈取資料、分散式儲存資料、即時監控資料的好處，Elasticsearch 可以支援多節點的擴充，資料也可以同時儲存在不同的節點上，降低了資料遺失及系統無法提供服務的風險，且使用 Elasticsearch 執行查詢的回應速度 (Response Time)，相較於連線至目前所使用的 MSSQL 執行 SQL 指令查詢資料任務時，相同的工況，回應時間是秒與毫秒的等級差距。目前測試結果如圖 4.1.1 與圖 4.1.2 所示：



```
{
  "took" : 13,
  "timed_out" : false,
  "_shards" : {
    "total" : 1,
    "successful" : 1,
    "skipped" : 0,
    "failed" : 0
  },
  "hits" : {
    "total" : {
      "value" : 10000,
      "relation" : "gte"
    },
    "max_score" : null,
    "hits" : [
      {
        "_index" : "chargingmetervalues",
        "_type" : "_doc",
        "_id" : "1tJ9_ocBzmudfnanqIMi",
        "_score" : null,
        "_source" : {
          "timenow" : "2023-05-09T03:10:55.000Z",
          "id" : 2168945,
          "platenumber" : "EAA-066",
          "transactionid" : 30102,
          "chargingid" : "CB/AAA1/LFH2180011001",

```

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.1 採用本計畫架構讀取資料僅花費 13 毫秒

SQLQuery6.sql - y...ng (Charging (92))\*

```

2 SELECT TOP (1000) *
3 FROM [dbo].[ChargingMeterValues]
4 ORDER BY [TimeNow] DESC

```

100 %

結果 訊息

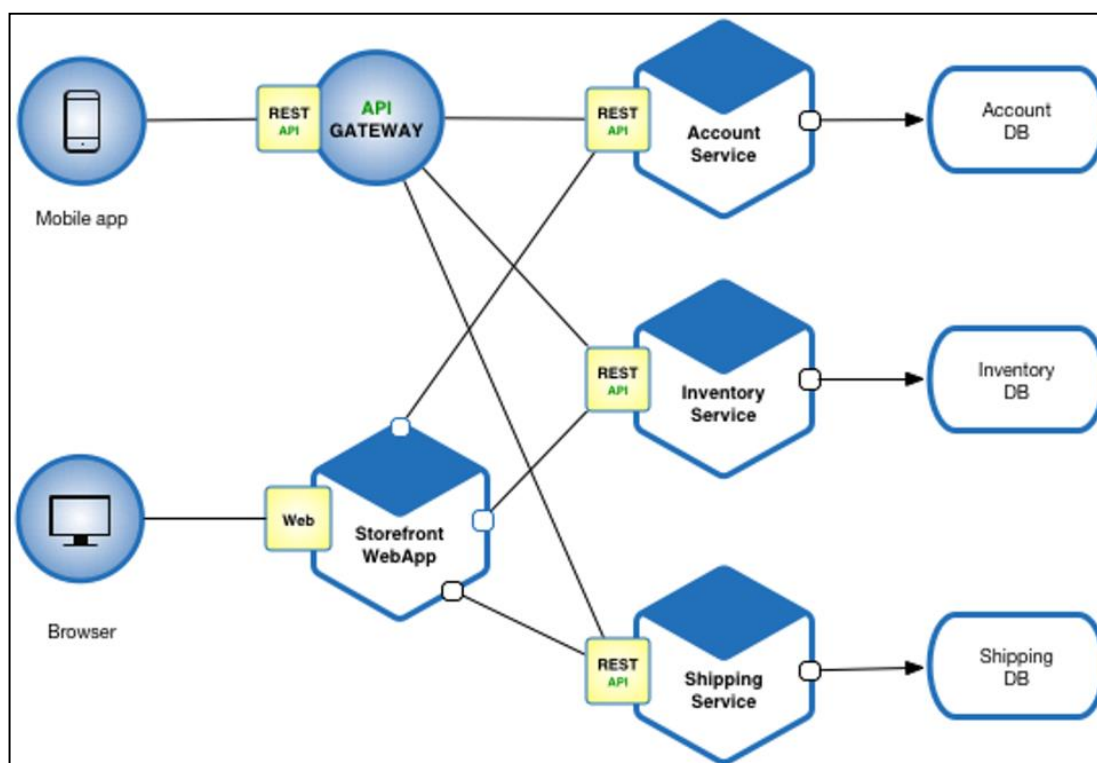
	ID	IP	PlateNumber	SOC	Power	Voltage	Current
1	2158767	NULL	EAA-066	91	118980	661.0	180.0
2	2158766	NULL	EAA-063	78	118260	657.0	180.0
3	2158765	NULL	EAA-078	95	118677	663.0	179.0
4	2158764	NULL	EAL-1620	96	13240	662.0	20.0
5	2158763	NULL	EAL-1192	69	118080	656.0	180.0
6	2158762	NULL	EAA-060	97	118856	664.0	179.0
7	2158761	NULL	EAA-066	90	118800	660.0	180.0

base.windows.net ... | Charging (92) | Charging | 00:00:02 | 1,000 資料列

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.2 採用原系統設計架構讀取資料須花費 2 秒

因此，在資料擷取上，本計畫團隊使用 Logstash 將 MSSQL 上的資料，每十五秒擷取一次，並儲存到 Elasticsearch 中，進行後續的資料監控、智慧調度及視覺化。若程式中沒有多執行緒的輔助，在擷取資料時會因為等待資料庫伺服器的回應而暫停（Blocking），直到查詢結果回傳時才能繼續執行，影響判斷機制。使用的 Logstash 可以資料擷取的工作獨立出來，由於是單獨外部程式，即使資料擷取出了問題，也不影響主程式（智慧監控、智慧排程、視覺化圖表）的運作，如圖 4.1.3 所示：



資料來源：本計畫繪製。

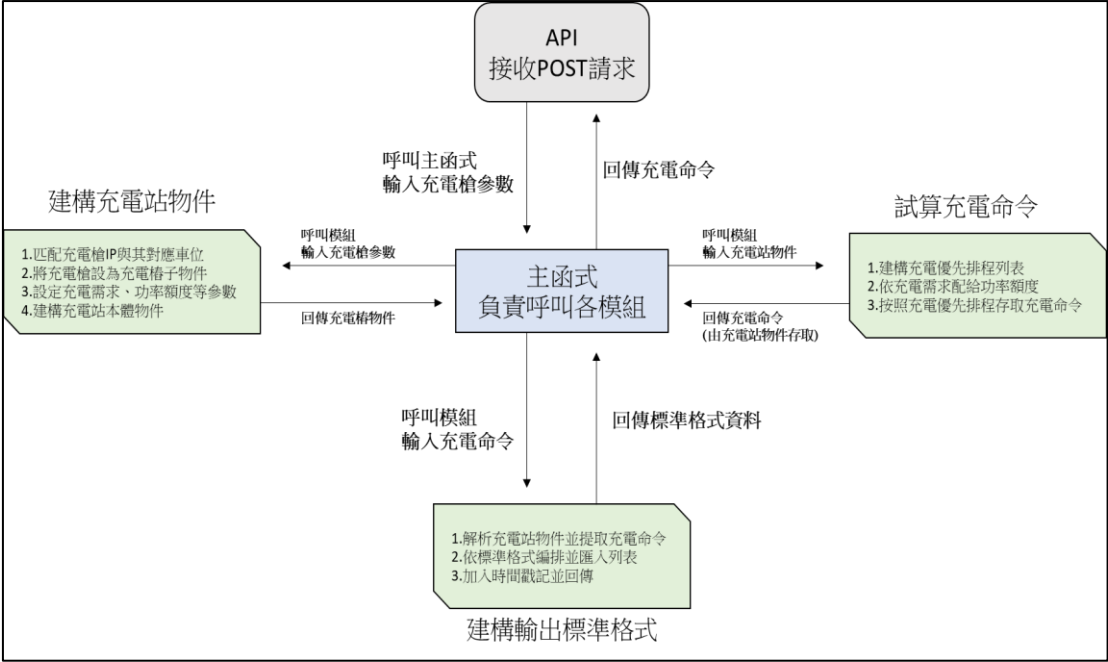
圖 4.1.3 獨立式程式模組，提升系統可擴充性及穩定性

另外，在系統架構上，團隊採用微服務的架構（Microservice），各項服務拆成不同的容器（Container），即便其中一項服務故障，也不至於讓整個系統停擺，且由於各項服務於系統中是獨立的，彼此可以透過 API 互相溝通，除了提升系統擴充、迭代與開發的速度。由於本計畫所使用之後台管理系統可與不同營運管理業者透過相同之 API 複製於不同的場站，故建置新的場域時，可以避免繁瑣的作業系統安裝、執行環境部屬等等作業，若是場域選擇使用瀏覽器連接系統，也能夠直接省去安裝的環節，強化彈性使用優勢，亦可透過國際共通的通訊協定可達成跨車種、跨充電系統及跨營運管理平台等目標，未來可快速複製到各充電站。

未來針對跨站點及跨系統服務之智慧排程功能驗證，團隊把料庫建構在雲端系統中，未來可進行跨站、跨系統、跨區域之調度。因此，本團隊特別針對資安部分進行雲端系統的篩選，在資料儲存與資訊安全的部分，本系統所使用的 Azure 可提供雲端資料庫（MSSQL）服務，Azure 提供的伺服器服務符合了多項認證，許多常見的攻擊手法都可以透過 Azure 替本團隊所架構之資料庫做防禦，因此，在資安與穩定性方面之風險，比自己



架設實體伺服器來得低。而在網頁伺服器與使用者介面部分，團隊使用 Nuxt3 這個基於 Vue3 且開源的框架，在開發上相較以往更加迅速，較為固定的程式語法可以避免在程式撰寫的過程中產生預期外的錯誤與漏洞，增加系統的穩定性。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.4 本計畫所採用之獨立模組架構

為滿足大型充電站的管理需求，我們開發出一款智慧充電演算法來替代原本的人力管理工作，如圖 4.1.4，運用全自動化的方式，讓充電站管理系統隨時監控充電狀況，並適時調整各充電樁的能源分配情形。這樣的科技服務，使我們達成了一個關鍵的里程碑，管理系統能快速運算所有資料，省去了人工管理逐一檢視的繁瑣工作，並在有限的電力配給下，有助於減少能源浪費，更有效率的完成任務，優化大眾運輸場站的充電效能，打造更智慧、更高效的充電生態系統。

#### 4.1.2 導入與整合電動大客車車機資料

在此計畫中，依據強化後之智慧充電管理系統，導入與整合電動大客車車機資料，包括車牌號碼、剩餘電量、車輛位置等資訊，並結合客運業者班表及充電場站尖離峰契約容量等場站資訊整合，發展日/夜間智慧充電管理系統。其中，資訊系統架構如圖 4.1.5 所示：

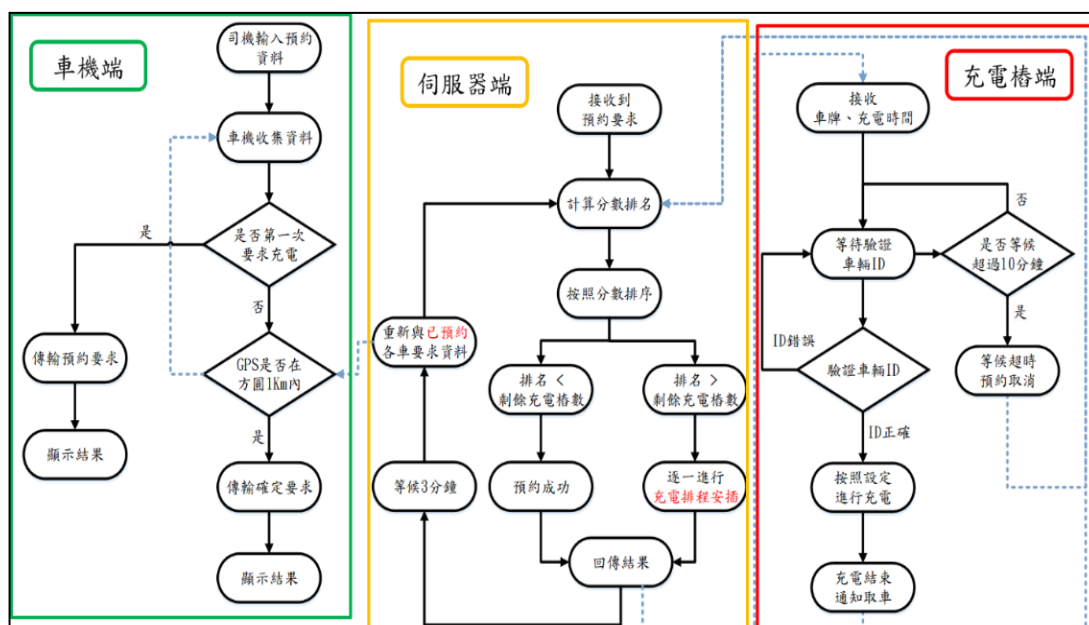




資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.5 智慧充電管理資訊系統架構圖

本智慧充電排程系統設計主要針對動態充電排程優先權計算完成獲得各車之分數後，透過邏輯運算集比較，進行充電樁與車輛充電預先排程間的運算排定，如圖 4.1.6 為智慧充電管理邏輯系統架構圖。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.6 智慧充電管理邏輯系統架構圖

當伺服器端獲得各車之預約資料，在同時考慮各車剩餘到站時間、距

離充電站距離、目前電量、目前能耗等資訊，獲得一個客觀、可表示充電需求緊急程度的分數值後，根據分數值進行車輛的充電預約，同時我們會針對各個充電樁製作獨立的時程表，也可以據此看出各充電樁在各個時間點是否閒置。同時，由於希望各車都能有機會進行充電並使充電樁使用率最大化，為避免車輛長時間占用充電樁，我們會在各司機進行車輛充電預約時，於希望充電時間欄事先規定單次最長充電時間，如此一來希望透過限制最大充電時間，來讓各車都能有機會進行電量補充。考慮車輛移動也是需要時間，若各車充電時間排得太緊密，會在各車輛進行位置交換時浪費大量時間，因此我們也設定經排程過後，若最後能充電的時間小於某一最小充電時間，我們會認定此車於此時段無法進行充電。

#### 4.1.3 智慧充電演算法理論架構

原智慧充電充電演算法之邏輯為維持排定後之時程表時間正確性，系統將目前正在充電之車輛先排進各充電樁之充電排程，讓時程表能顯示出目前正在充電之車輛剩餘之充電時間，其餘車輛會接在這些車輛後面進行排定。接著，伺服器收到預約要求之所有車輛分數進行重新排序，由於分數與電量需求緊急程度呈現正相關，故可推斷出分數愈大愈緊急程度愈高，因此我們會先從分數最高之車進行充電位置的排定。考慮到目前剩餘充電樁數量，可以排名順序小於剩餘充電樁數量之車優先排入閒置充電樁之時程表，而這些車輛可以按照他們所希望之充電時間進行充電。剩餘尚未排定之車依照分數逐一與各充電樁時程表內的各車進行比較，爭取透過預計抵達時間找出能進行與希望充電時間最為接近的充電樁。我們在比較過程編號分為三種，待排車輛  $I$ 、充電樁編號  $J$ 、已排程車輛  $K$ ，先計算各充電樁能提供之最大充電時間，與充電樁排程內之所有已排車輛逐一進行比較，可以分為如下三種狀況。本計畫系統相關資訊符號對照表參照如附錄一。

1. 待排車預計抵達時間  $I_{arrive}$  小於已排程車預計抵達時間  $J_{arrive_k}$  。

$$I_{arrive} < J_{arrive_k}$$

公式(1)

而表示待排車輛比已排程車輛更早抵達充電站，計算兩者之間時間差距  $J_{arrive_k} - I_{arrive}$ ，分成三種狀況：

- (1) 若大於希望充電時間則暫定充電時間為希望充電時間。

$$T_{charge_j} = I_{charge}$$

公式(2)

- (2) 若小於希望充電時間且大於最小充電時間，則暫定充電時間為兩者抵達時間之差距。

$$T_{charge_j} = J_{arrive_k} - I_{arrive}$$

公式(3)

- (3) 若小於最小充電時間，則認定為無法進行充電。

$$T_{charge_j} = 0$$

公式(4)

2. 待排車預計抵達時間大於已排程車預計抵達時間及充電時間之和。

$$I_{arrive} > J_{arrive_k} + J_{charge_k}$$

公式(5)

表示待排車輛比抵達充電站已排程車輛晚，因此需要考慮其充電時間，可其暫定充電時間設為希望充電時間。

$$T_{\text{charge}_j} = I_{\text{charge}}$$

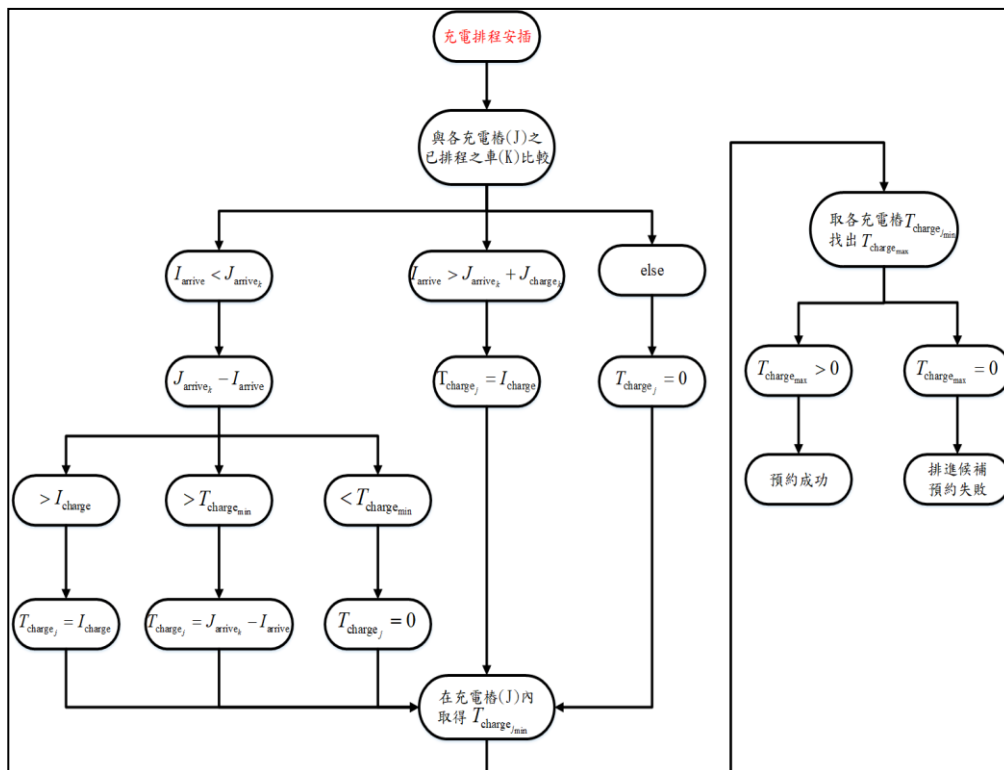
公式(6)

3. 若非上述兩種情況則訂為第三種狀況，表示其無法進行充電，因此暫定充電時間為零。

$$T_{\text{charge}_j} = 0$$

公式(7)

在取得待排程車輛於單一充電樁各車比較之暫定充電時間結果後，為求最嚴格狀況需要取其最小值，作為在單一充電樁可排程之充電結果。其結果與其他充電樁之充電結果進行比較，為求最長充電時間，取最大值作為最後決定之結果，至此即可通知駕駛排程已預約成功，若進行比較後最大可充電時間仍為零，則需通知駕駛此次預約失敗，目前尚無可充電時間可提供。透過重複上述之流程，可逐一每台車進行充電樁時程表之排定，經整理過後如圖充電樁時程表流程圖 4.1.7 可依充電樁之時程表依照時間



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.7 充電樁時程表流程圖

序顯示出來，方便管理者進行管理。此外，整體系統流程如圖智慧充電排程系統流程圖所示，按照此流程便可完成此智慧充電管理系統之架構。透過此做法充電需求經過一個客觀的綜合評比，充電機會讓更需要的車輛，透過未來搭配考慮各時刻電價能更進一步在維持高使用率的同時、降低成本，使未來在推廣能更有優勢。

Charger

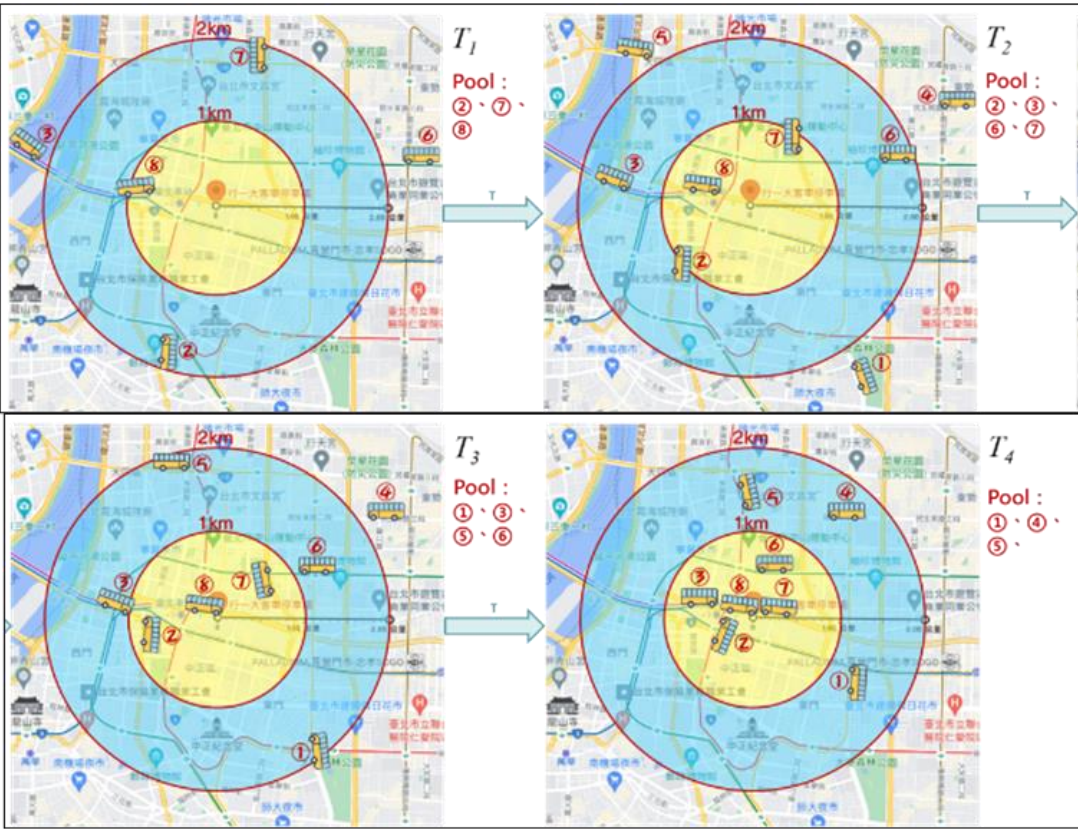
10x4x3 double

val(:, :, 1) =				val(:, :, 2) =				val(:, :, 3) =			
ID	抵達時間	充電時間	充電樁編號								
27	555	40	1	6	570	20	2	34	580	37	3
15	635	35	1	3	590	30	2	9	620	25	3
1	690	33	1	36	640	40	2	2	660	30	3
6	750	24	1	13	715	37	2	NaN	NaN	NaN	NaN
19	800	40	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
7	890	26	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

資料來源：本計畫繪製。

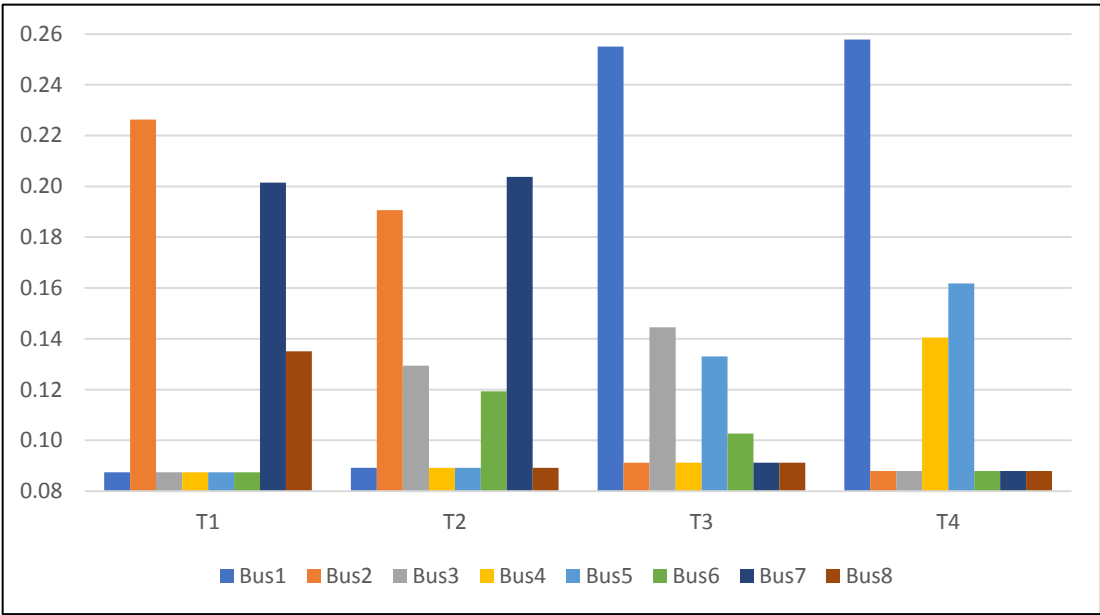
圖 4.1.8 充電樁時程表結果圖

本充電樁功率分配設計，有充電需求的電動公車，藉由動態充電排程優先權計算完成獲得各車之分數後，依據分數作排序，再依排序作簡易的充電樁功率分配，以下以圖 4.1.9  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧分布圖的公車分布情況作說明。每當有充電需求的公車進入藍色圓環區域，便會列入優先權計算範圍，並且範圍內的公車作優先權計算，計算週期以 $T$ 作為時間間隔，公車端無須每時每刻向系統丟資料，並且計算後的優先權值作排序，如圖 4.1.10  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧的優先權長條圖及圖  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧的排序圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

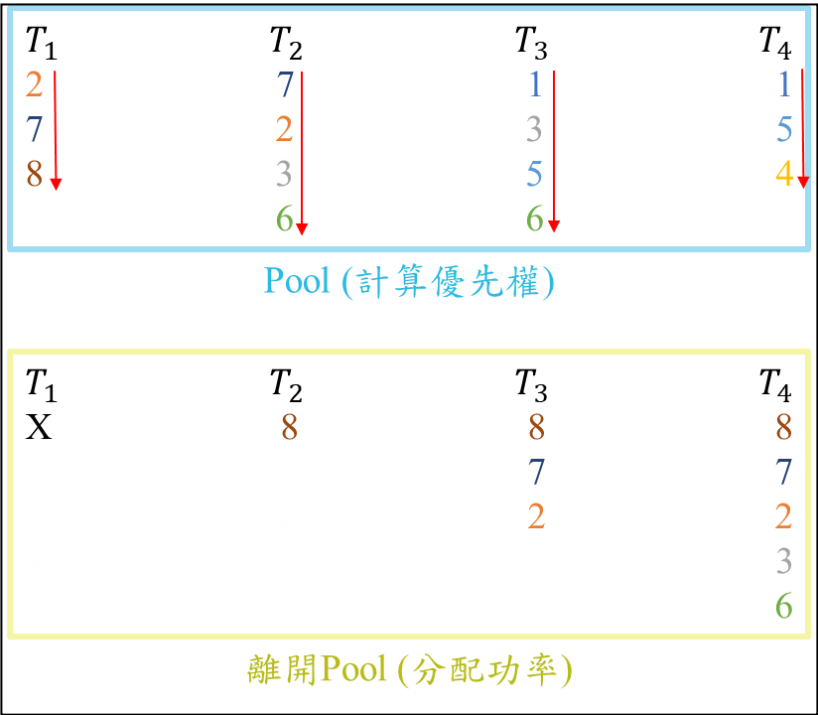
圖 4.1.9 T<sub>1</sub>~T<sub>4</sub>時期公車①~⑧分布圖



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.10 T<sub>1</sub>~T<sub>4</sub>時期公車①~⑧的優先權長條圖

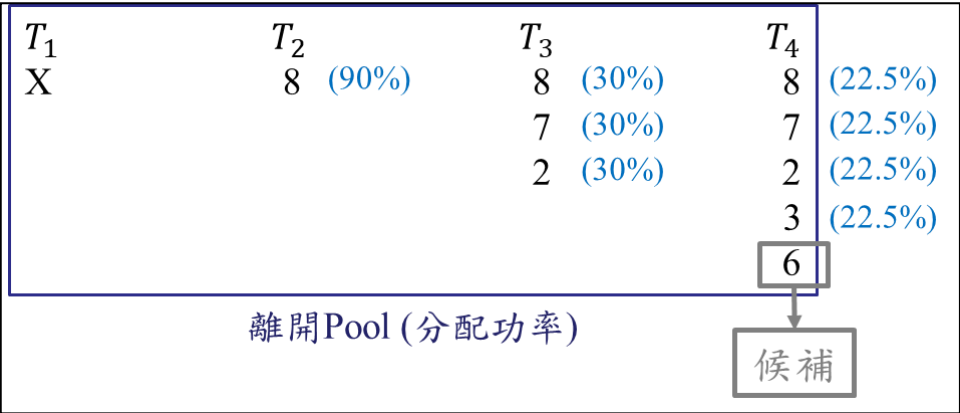




資料來源：本計畫繪製

圖 4.1.11  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧的排序圖

當公車離開藍色圓環區域進入黃色圓形區域，不再計算優先權，系統根據現有閒置可用的充電樁數，以及上一時刻範圍內公車的優先權排序，作簡易的功率分配，如圖 4.1.12  $T_1 \sim T_4$  時期功率分配圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.12  $T_1 \sim T_4$  時期功率分配圖

在 $T_1$ 時刻，黃色圓形區域無公車，因此無需作功率分配；在 $T_2$ 時刻，

黃色圓形區域只有⑧號公車，因此⑧號公車獲得大部分的功率配額； $T_3$ 時刻，黃色圓形區域有⑧、⑦、②號公車，因此三台公車分別獲得近 1/3 的功率配額； $T_4$ 時刻，黃色圓形區域有⑧、⑦、②、③、⑥號公車，由於目前只有四台閒置充電樁，因此排序前四台公車分別獲得近 1/4 的功率配額，而⑥號公車則列為候補第一。在⑧號公車獲得功率配額時，可以同時依據 SOC 及現有的優先權排序，預測⑧號公車的充電完成時間，以及候補時間如圖 4.1.13 完成時間及候補時間所示。根據以上方法，可由 App 顯示充完成時間供使用者參考，考慮到使用者習慣，系統的設計使時間只會變短不會變長，提早充電完成的公車便可提早離場供他人使用。

$$T_{break⑧} = \begin{array}{l} \text{預估：} T_2 \sim T_3 (P = 90\%) + T_3 \sim (P = 22.5\%) \\ \text{實際：} T_2 \sim T_3 (P = 90\%) + T_3 \sim T_4 (P = 30\%) + T_4 \sim (P = 22.5\%) \end{array}$$

- 預估候補時間：最快離場時間＋彈性時間

資料來源：本計畫繪製。

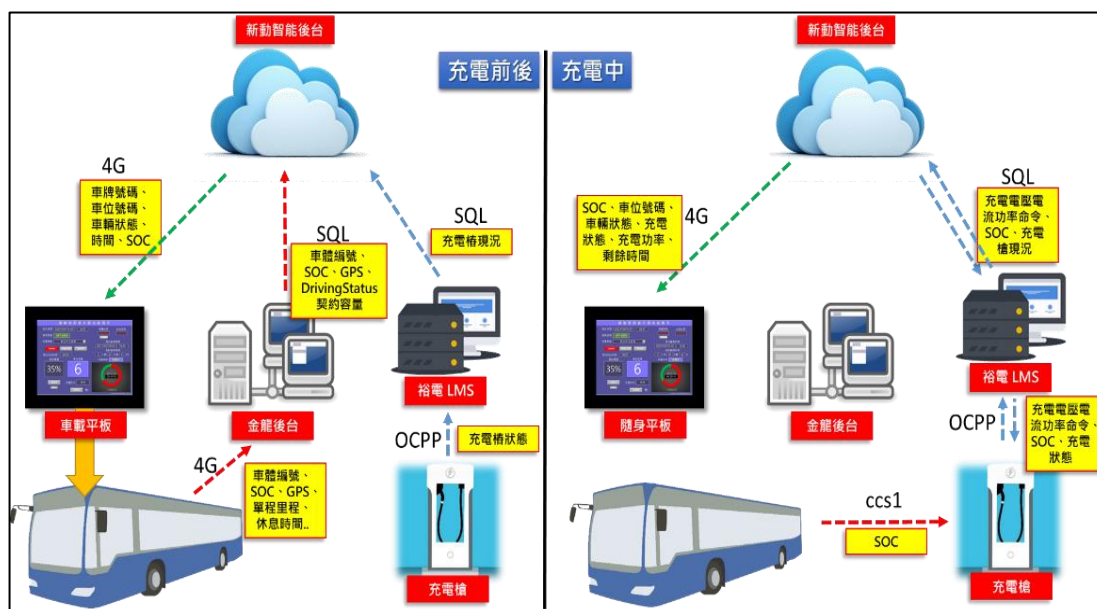
圖 4.1.13 完成時間及候補時間圖

#### 4.1.4 智慧充電管理系統優化

因應業者運行情況，逐步把智慧充電管理系統設計進行改善，主要透過車機介面、伺服器介面、充電樁介面資訊分享至本系統演算平台已進行智慧動態充電排程計算其參數涵蓋各個子後台，如車機後台、金龍後台及充壩技術服務後台，各後台說明如：車機後台為維持排定後之時程表時間正確性，目前正在充電之車輛先排進各充電樁之充電排程，讓時程表能顯示出目前正在充電之車輛剩餘之充電時間，其餘車輛會接在這些車輛後面進行排定。接著，伺服器收到預約要求之所有車輛分數進行重新排序，由於分數與電量需求緊急程度呈現正相關，故可推斷出分數愈大愈緊急程度愈高，因此我們會先從分數最高之車進行充電位置的排定，最終結果回傳給司機監控，金龍後台端獲得各車之預約資料，在同時考慮各車剩餘到站時間、距離充電站距離、目前電量、目前能耗...等資訊，獲得一個客觀、



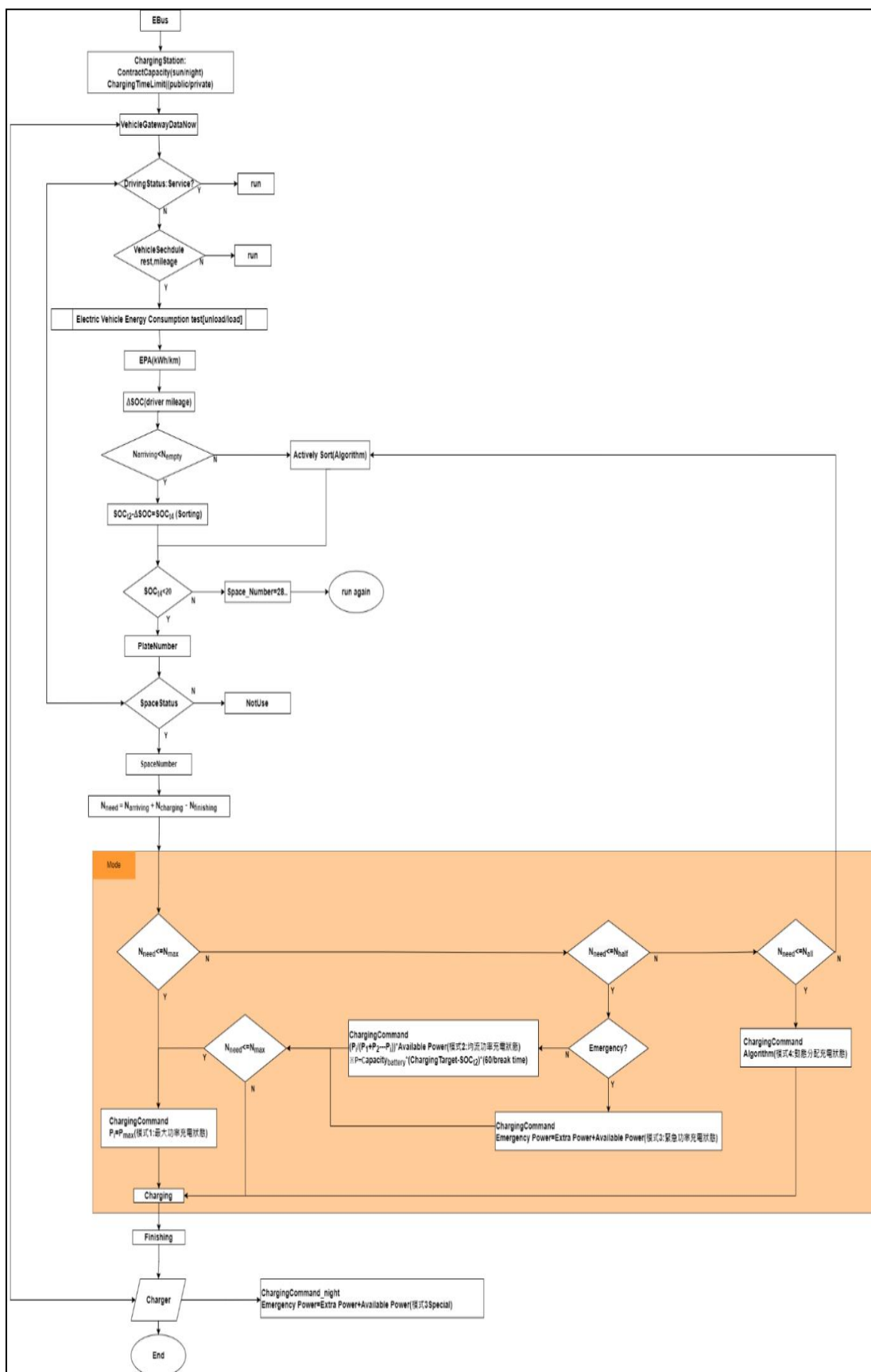
可表示充電需求緊急程度的分數值後，根據分數值進行車輛的充電預約，系統後台各個充電樁製作獨立的時程表，也可以據此看出各充電樁在各個時間點是否閒置，由於希望各車都能有機會進行充電並使充電樁使用率最大化，為避免車輛長時間占用充電樁，會在各司機進行車輛充電預約時，於希望充電時間欄事先規定單次最長充電時間，如此一來希望透過限制最大充電時間，來讓各車都能有機會進行電量補充。不斷把資料演算邏輯回傳至本系統後台，而進一步了解業者需求之後，自動化排程程式透過電子看板的顯示模擬測試是否接近業者營運概況以協助業者在自動化充電排程給予參考，如圖 4.1.14 智慧充電管理系統資訊流關係圖。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.14 智慧充電管理系統資訊流關係圖

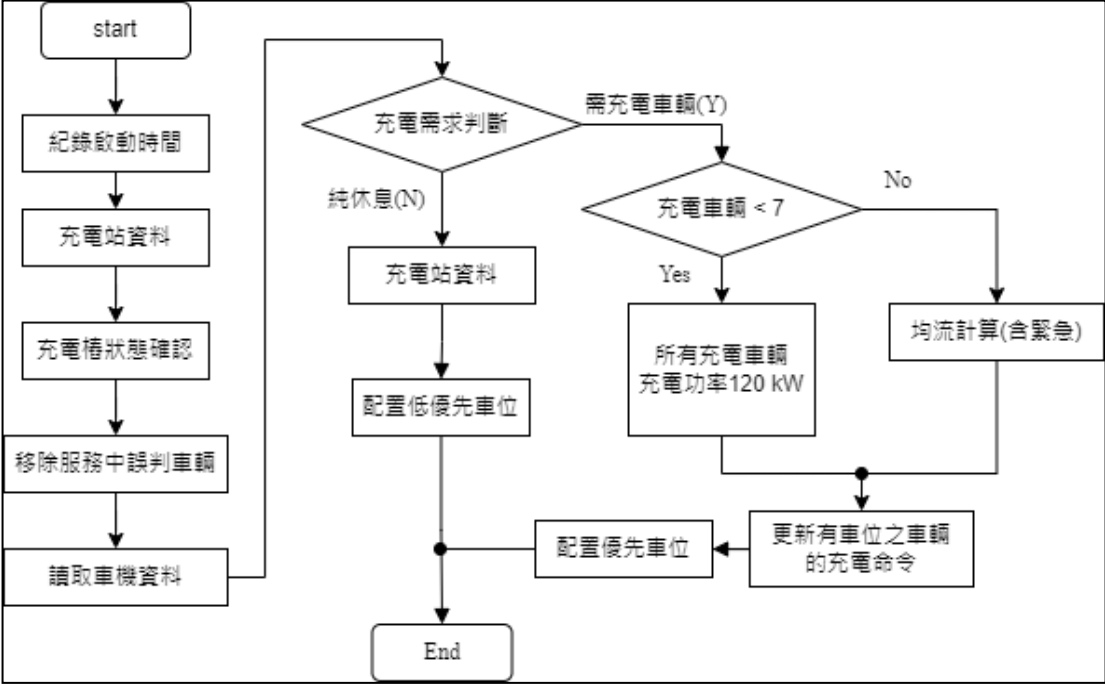
本智慧充電排程系統設計主要針對業者運行需求進行動態排程設計，實現過程採用 Visual C#及 SQL 資料，Visual C#應用於軟體撰寫彈性高且編輯容易，SQL 資料庫對於跟廠商資料間接會較為容易並有資料能共用之特性，也能應用 SQL 語法方便擷取有效資訊進行排程，系統運作架構如圖 4.1.15 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.15 系統運作架構圖

電動公車會在充電站方圓二公里被偵測到，此後會判斷車輛之意圖，休息時間，如果成立則開始計算消耗能耗計算 SOC 變化量，接著計算車輛需要配置的充電功率，如果以最大充電功率充電又不超過契約容量，則用最大功率進行充電，並且配車位給該車，此外就是以模式二均流分配所需充電功率，監控均流分配的情況，再進行車位的配置，若對向車位已滿則要觸發條件進入模式四，此時會先看哪一個空位可充電功率最高或滿足車輛充電需求，就會先安插此充電車位，若可充電車位的功率太低則會看對向車輛最早離開的時間去進行安排，模式三是緊急使用功率，可以是調度人員使用或是當車輛充電功率超過契約容量時，則看充電車位的可用功率作為緊急功率以壓縮出可用的車位功率給該車，模式四是單樁皆有一個充電槍在運作時後則進入充電樁剩餘功率的調節，模式五當電力達 80% 以上則進入涓流模式，詳細智慧充電管理系統演算流程圖如圖 4.1.16 敘述。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.16 智慧充電管理系統演算流程圖

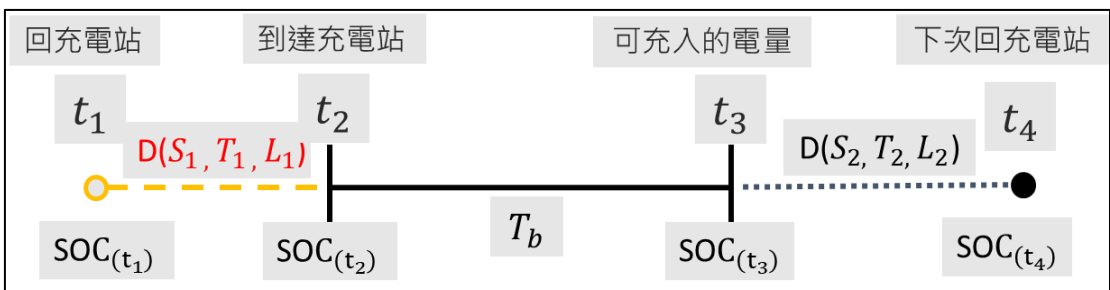
## 4.2 智慧充電管理系統功能強化

### 4.2.1 系統資料來源及其功能說明

本計畫系統中之車機資料、動態班表及場站資料功能說明如下：

1. 車牌號碼：

主要可用於對照該車之車輛型號及動態班表，有助於評估該車所需電量、休息時間及可充電時間。如圖 4.1.17，透過上述資訊對接，可獲得演算法所需資訊： $t_1$  是假設回充電站的一個時間點、 $t_2$  是假設到達充電站的一個時間點、 $t_3$  是假設可充入的電量、 $t_4$  是假設下次回充電站之時間點。透過車牌號碼查找動態班表，可獲得該車對應之  $T_b$  及  $SOC(t_4)$ 。

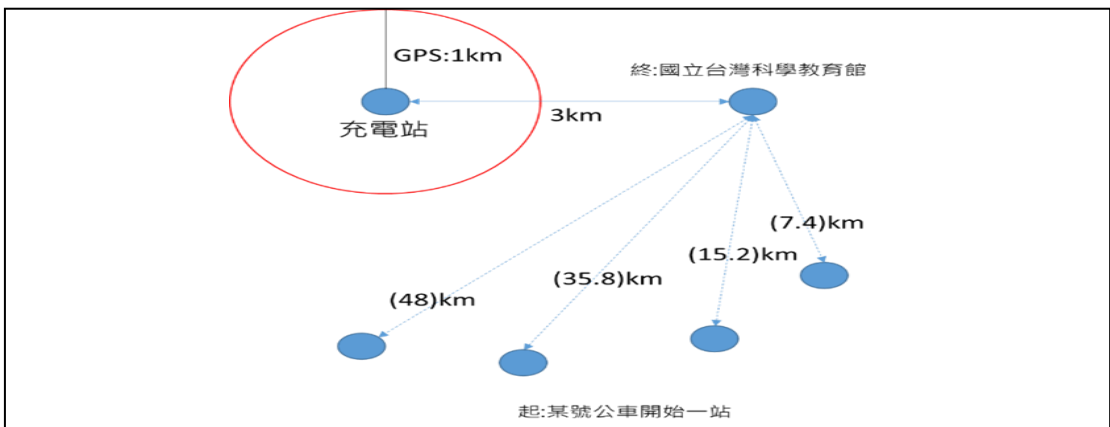


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.17 車牌號碼可對應之相關資訊

2. GPS：

主要可用於通知系統該車進站，其納入智慧充電排程演算法中。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.18 GPS 可用於通知系統其納入智慧排程中

### 3. SOC(殘電量)：

透過車機之殘電量，可預先知道該車目前所剩之電量  $SOC(t_2)$ ，對應依照動態班表所計算之後續行駛里程  $D(S_2, T_2, L_2)$  及休息時間  $T_b$ ，套入演算法中，可準確本次進站後是否需要充電及所需充電電量，另外，配合充電樁資訊，可安排適當充電車位給與該車停放及充電。

### 4. 電池溫度：

中興巴士集團北士科站之電動巴士目前僅由車機資料撈取平均溫度，但亦可作為簡易的判斷依據，車輛之平均溫度可有助於讓智慧充電管理系統電巴溫度過高之車輛移除排程系統中，給予該車輛停放於備用車位指令，待其電巴溫度降至合理範圍時，再其納入智慧充電排程中，給予其新的充電車位，藉此可避免佔用車位並提升充電樁之稼動率。

### 5. 動態班表：

本計畫所需之動態班表可提供智慧充電管理系統該車之離站和回站時間、後續行駛里程  $D(S_2, T_2, L_2)$  及休息時間  $T_b$  等資訊。與中興巴士北士科示範場域中，透過 API 方式，嫁接動態班表(15 秒更新一次)，可即時獲得動態管理資訊。如已獲得之客運業者(光華巴士)班表型式如圖 4.1.19 所示：

客運名稱	光華巴士											
流水號	班別	車號	姓名	出站時間	間隔	返站時間	里程	休息	備註	路線	路線名稱	站別名稱
1	C	EAL-1187	李	06:00	0	07:48	38	22		6200	620	士林站
2	C	061-FR	鄧	06:15	15	08:22	38	28		6200	620	士林站
3	S	EAL-1193	林	06:30	15	08:56	38	14		6200	620	士林站
4	D	047-FR	崔	06:45	15	08:48	38	72		6200	620	士林站
5	C	EAL-1186	張	07:05	20	09:18	38	7		6200	620	士林站
6	S	EAA-033	葉	07:20	15	09:43	38	37		6200	620	士林站
7	S	EAA-030	徐	07:35	15	10:04	38	36		6200	620	士林站
8	C	EAA-031	盧	07:50	15	10:18	38	62		6200	620	士林站
9	C	EAL-1187	李	08:10	20	10:20	38	40		6200	620	士林站
10	S	EAL-1191	張	08:30	20	11:18	38	22		6200	620	士林站
11	C	061-FR	鄧	08:50	20	11:20	38	60		6200	620	士林站
12	S	EAL-1193	林	09:10	20	11:55	38	205		6200	620	士林站
13	C	EAL-1186	張	09:25	15	12:01	38	49		6200	620	士林站
14	S	EAL-1198	蔡	09:40	15	12:04	38	216		6200	620	士林站
15	D	047-FR	崔	10:00	20	12:18	38	47		6200	620	士林站
16	S	EAA-033	葉	10:20	20	13:15	38	245		6200	620	士林站
17	S	EAA-030	徐	10:40	20	13:02	38	38		6200	620	士林站
18	C	EAL-1187	李	11:00	20	13:16	38	4		6200	620	士林站
19	C	EAA-031	盧	11:20	20	14:10	38	30		6200	620	士林站
20	S	EAL-1191	張	11:40	20	14:24	38	216		6200	620	士林站
21	C	438-U3	李	12:00	20	14:35	38	25		6200	620	士林站
22	C	061-FR	鄧	12:20	20	14:45	38	0		6200	620	士林站
23	C	052-FR	張	12:50	30	15:28	38	77		6200	620	士林站
24	D	047-FR	崔	13:05	15	15:32	38	0		6200	620	士林站
25	C	EAL-1187	李	13:20	15	15:27	38	0		6200	620	士林站
26	S	EAA-030	徐	13:40	20	16:00	38	100		6200	620	士林站

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.19 客運業者之動態班表(光華巴士 620)

## 6. 場站資訊：

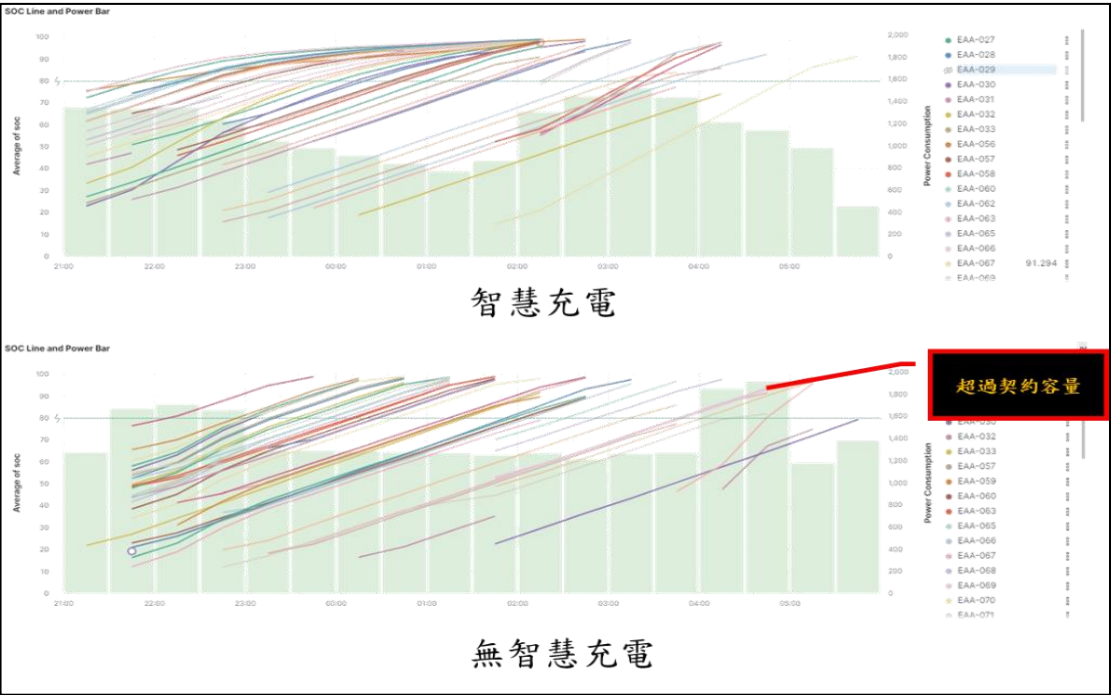
包含契約容量、尖離峰時間及充電樁狀態等資訊。其中契約容量及尖離峰資訊可於已開發之人機介面之系統設定中進行調整，控管總充電電量及時間，如圖 4.1.20 所示：



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.20 智慧排程後台管理操作介面(充電站設定畫面)

透過設定用電上限，可使系統充電過程中不至於超過契約容量被台電罰款，如圖 4.1.21 所示：



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.21 比較有/無智慧充電之差異(部分超過契約容量)

另外，充電樁之動態訊息，於前期計畫中已與目前示範場域中之營運管理業者透過 API 方式對接資訊，透過充電樁之動態訊息可有助於智慧充電系統統計用電量、安排適當車位及調整用電量等功能。目前所獲得之充電樁資訊即時顯示於後台管理介面上，如圖 4.1.22 所示：

充電點	車位編號	車位名稱	充電用	充電樁名稱	充電樁型號	充電樁編號	車牌	現在SOC	車位狀態	充電樁狀態	充電樁更新時間	功能
北士科站	1	6-1	藍	第一梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180011_01			使用中	Available	2023-05-09 06:53:47	編輯 刪除
北士科站	2	7-1	藍	第二梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180013_01			使用中	Available	2023-05-09 05:37:33	編輯 刪除
北士科站	3	8-1	藍	第三梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180015_01			使用中	Available	2023-05-09 06:41:15	編輯 刪除
北士科站	4	9-1	藍	第四梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180017_01			可應用	Available	2023-05-09 06:56:17	編輯 刪除
北士科站	5	10-1	藍	第五梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180019_01			可應用	Available	2023-05-09 06:45:29	編輯 刪除
北士科站	6	11-1	藍	第六梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180021_01			可應用	Available		編輯 刪除
北士科站	7	12-1	藍	第七梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180023_01			可應用	Available	2023-05-09 06:40:16	編輯 刪除
北士科站	8	13-1	藍	第八梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180025_01			可應用	Available	2023-05-09 06:53:02	編輯 刪除
北士科站	9	14-1	藍	第九梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180027_01			可應用	Finishing	2023-03-08 21:53:34	編輯 刪除
北士科站	10	15-1	藍	第十梯第一樁	DDDSA	C8AAA1LP#2180029_01			可應用	Available	2023-05-09 06:58:27	編輯 刪除

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.22 智慧排程後台管理操作介面(充電樁狀態)

### 4.2.2 智慧充電管理系統之完整控制邏輯

參考可獲得之動態車機資料、即時場域資料及動態班表中的多項資訊，在有限的契約容量（限制條件 1）及用電尖離峰（限制條件 2）規則，及充電樁功率（限制條件 3）的限制下優先提高迫切需求車輛的充電功率，同時降低沒有迫切需求車輛的充電功率。已增修建構之全日智慧充電管理系統之控制邏輯，目前智慧充電控制邏輯如 0 所列：



表 4.1-1 智慧充電控制邏輯

步驟序號	系統控制動作
步驟一	開始。
步驟二	紀錄啟動時間。
步驟三	電動巴士進入充電站。
步驟四	確認是否為日間充電或夜間充電決定契約容量(北士科日間 1,800 kwh、夜間 1,800 kwh)。
步驟五	確認充電時間限制之上下限。
步驟六	撈取即時車機資料 (VehicleGatewayDataNow) 及 ChargingMeterValues(充電過程數據)資料對接。
步驟七	於原始 SQL 資料創建一個資料表，此資料表包含所有應用到的參數。
步驟八	獲取即時車機資料(VehicleGatewayDataNow)殘電量、GPS 及電池溫度資訊。
步驟九	由於在車位 ID 在 SQL 在做運算時有刪除號碼的可能，有可能會跳號，所以加設一欄 SpaceID 且絕對位置是唯一值。(如果輸入別的值將跳錯，且回歸原本值)
步驟十	SpaceNumber 可以是位置 1 或是“臨 1”，如果是“臨 1”則 IsForCharge 是 0，SpaceStatus 是可使用，表示可以臨停。
步驟十一	判定充電樁狀態是否為 charging、Fault 的情況，車位會變成使用中或停用。
步驟十二	判斷充電樁狀態是否為使用中、可使用、停用(停用不配任何車位)，如果判斷後被配到一個充電車位號碼，則 SpaceStatus 會變成使用中、填入該電動公車車牌以及 ChargingCommandID 會同時被修改成 1，如果充飽電 ChargingCommandID 及 ChargingCommand 的命令必須改成 null。30 秒後系統更新會先搜一次 DrivingStatus，如果車子離開了則看步驟十三。
步驟十三	判斷車輛狀態(DrivingStatus)是否為服務中及充電樁狀態為 Notcharging，服務中車子繼續營運，會被剔除充電排程，此時該 SpaceNumber 的 SpaceStatus 會被改為可使用。

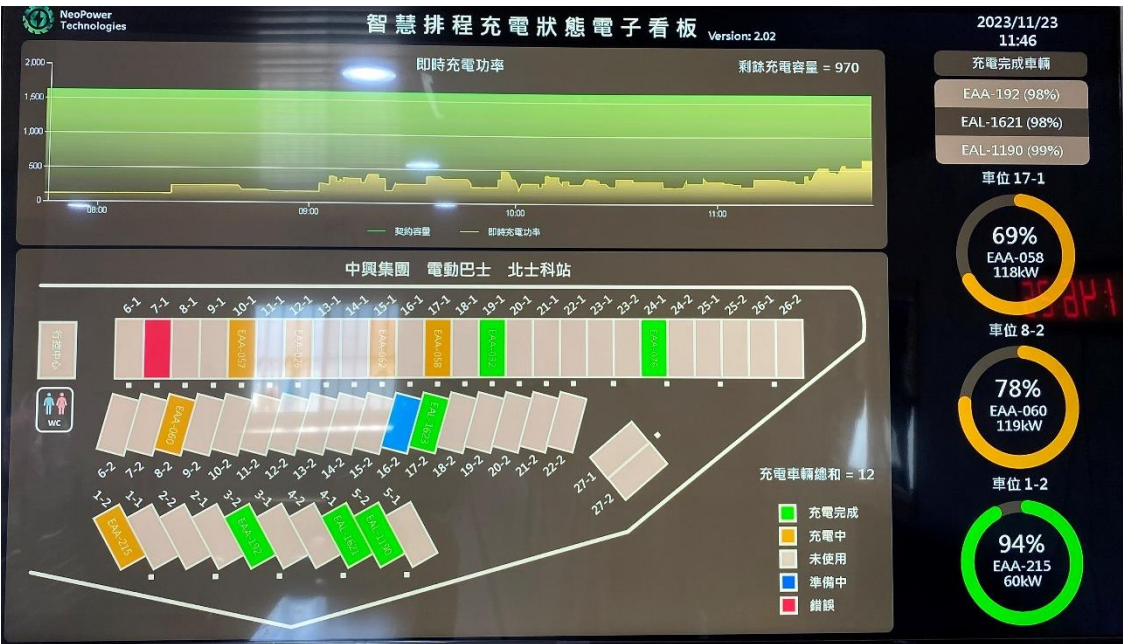
步驟序號	系統控制動作
步驟十四	讀取車機資料(VehicleGatewayDataNow)的 SOC 資訊，計算 $SOC_{t(4)}$ (如步驟十五至二十)並執行排序。
步驟十五	電動巴士數據能耗 $D(S,T,L)=(67-57)/1424*60=0.421(\%/min)$ 。
步驟十六	科教館到充電站時間約 7 分鐘(google map)，所以大約會下降 2.947%。
步驟十七	消耗量佔電池多少比例 $D(S_1,T_1,L_1) = \frac{[EPA(kWh/km)*S(km)]}{B_{total}(kWh)} * 100\%$ 。
步驟十八	目前所使用之電池 248 度電，可反推 EPA 數值 $0.02947 = \frac{[EPA(kWh/km)*3(km)]}{248(kWh)}$ ， $EPA = 2.43618667(kWh/km)$ 。
步驟十九	透過動態班表可估算行駛一段，若為 30km， $EPA*30km=>2.43*30=>73$ 度電。
步驟二十	$D(S_2,T_2,L_2)=SOC_{delta} = 1 - \frac{248-73.0856001}{248}*100\%=>29.47\%$ ※(不一樣里程有不一樣 $\Delta SOC$ )。
步驟二十一	如果空的充電樁>需充電車輛數，則 $SOC_{(t2)} - \Delta SOC = SOC_{(t4)}$ ， $SOC_{(t4)}$ 由低到高排序決定優先順序。
步驟二十二	排序完成後， $SOC_{(t4)}$ 如果 $\leq 20\%$ 或 $SOC_{(t2)} < 50\%$ ，獲得可被充電之車牌號碼。
步驟二十三	透過動態班表計算休息時間及資料對應之路線單程距離，目前於示範場域中，休息時間少於一小時 則不充電，踢除充電排程，給該車輛一個低優先充電車位號碼，如果該車輛在當日沒有班表或之後沒有離開時間則以當日凌晨 12 點為依據進行休息時間計算。
步驟二十四	如果已被配置充電車位號碼，休息時間 1 小時以上，開始計算充電需求。
步驟二十五	該車輛充電需求功率計算： $P=BatteryCapacity(電池容量)*(ChargingUpperLimit(滿電上限\%)-SOC(t2))*(60/break\ time)$ 。
步驟二十六	如果充電車輛小於 n 台，(n=1800/120，充電樁最大功率為 120k，契約容量為 1800kW)，則所有充電車輛充電功率為 120kW。
步驟二十七	反之則要使用自動模式計算，而整合緊急充電模式如步驟二十八及二十九。

步驟序號	系統控制動作
步驟二十八	自動模式計算方式: $P_i = (\text{Score}_i / (\text{sum}(\text{Score}_1 + \text{Score}_2 + \dots + \text{Score}_N)) * \text{Available Power}。$
步驟二十九	緊急模式計算方式: $P_i = (\text{Score}_i / (\text{sum}(\text{Score}_1 + \text{Score}_2 + \dots + \text{Score}_N)) * \text{Available Power} - \text{Emergency Power}$
步驟三十	若自動模式計算出來超過 120kW，則會進入緊急模式此槍的功率訂在 120kW，並且不算在自動模式中，若充電後下降充電功率則該槍會自動跳回自動模式去計算。
步驟三十一	充電樁會檢查使用槍與對槍之間是否為 120kW 的充電如果超過，則量測後 SOC 高的車輛充電功率不變，SOC 較低的扣除多餘的充電命令。
步驟三十二	由於需要動態更新自動模式跟緊急模式整合必須 do-while 迴圈進行設計。
步驟三十三	需充電車輛進行可用功率分配之後，要先搜對向是否有停車充電(是否有 charging Command)，沒有才可以排充電車位，如果對向有就跳一個位置，方法是綁定 string 第 n 樁的字眼，會找到該充電車位 ID，再全部搜一次看相同的充電車位 ID 狀態是不是空的，對向充電車位狀態是空的，表示預備要停的位置可以停。
步驟三十四	更新所有充電命令之後，如果車輛條件判斷為進站且休息時間充足，但未排入車位則為準備充電車輛。
步驟三十五	依照 ID 開始排優先充電車位。
步驟三十六	夜間自動模式計算方式:ChargingCommand 的充電功率減掉 ChargingMeterValues 的充電功率>2kW，則 flag 進入涓流模式此時原本計算的 ChargingCommand 的充電功率直接等於 ChargingMeterValues 的充電功率，並且該槍納入緊急充電模式，不會納入自動模式。
步驟三十七	回至步驟八。

資料來源：本計畫繪製。

### 4.2.3 智慧排程充電狀態電子看板

智慧排程充電狀態電子看板，透過 C# 編輯陣列，創造充電車位矩形、位置、角度、顏色，與上下層關係用來顯示充電站的充電車位、充電狀態、充電功率、各車位的電量百分比、剩餘時間、車牌號碼，當智慧排程程式確認了充電車位，因此每個充電車位 ID 都是絕對位置，演算法所計算出來的充電車位號碼會直接跟絕對位置對應，對應之後就會開始進行充電，充電功率是否會超過契約容量會隨著時間紀錄數值過程，以動態顯示在電子看板，使得調度員能即時監控充電站充電情況。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.23 智慧排程充電狀態電子看板

4.2.4 總用電量限制(不得超過契約容量)

本充電樁功率分配設計依據契約容量作區分，需充電車輛用最大功率計算，不會超過契約容量之上限則以最大功率充電。

$$P_i=P_{\max}(\text{模式 1:最大功率充電狀態})$$

公式(8)

當充電車輛數總和用最大充電功率超過契約容量，則開始要計算每台車輛均流下該被分配到多少功率，因此要先計算各別充電功率是多少。

$$P=\text{Capacity}_{\text{battery}}*(\text{ChargingTarget-SOC}_{t2})*(60/\text{break time})$$

公式(9)

當計算完成之後，用均流計算的方式了解各充電槍要配多少充電功率的命令給充電車位。

$$P_i=((\text{Score\_i}/(\text{Score1}+\text{Score 2}---\text{ScoreN}))*\text{AvailablePower})-\text{offset}$$

公式(10)

緊急功率應用功率，當調度員想要手動開啟其他充電槍的時候，就必須可用功率減掉額外功率得到緊急應用功率，此時均流功率會下降，因此會多出可用的功率給調度員進行分配，若要維持最接近契約容量的充電功率，也可以使用此方式進行調配，如公式(11)，公式(12)所示

$$P_i((((\text{Score\_i}/(\text{Score1}+\text{Score 2}---\text{ScoreN}))*\text{AvailablePower})-\text{EmergencyPower})-\text{offset}$$

公式(11)

if ChargingCommand 的充電功率-ChargingMeterValues 的充電功率>2kW

ChargingCommand 的充電功率= ChargingMeterValues 的充電功率

end

公式(12)



本計畫透過車機資料、動態班表及相關場站資訊，套入已發展強化之智慧充電排程管理系統，達成全日充電排程管理功能。倘無法使用動態班表時，系統關於班表之參數會自動移除，可用基本模式進行充電。

### 4.2.5 智慧充電管理系統特色

以下是優化及模組化之智慧充電管理系統所能提供充電服務的特色：

1. 優先處理急迫需求

我們的智慧充電演算法首先以各車位停放車輛的殘電量(Soc)做為參考，充電需求視其情況而定，系統會優先處理急迫需求。以確保那些急需充電的車輛能夠優先獲得服務，減少充電時間。

2. 優先充電排程

為了確保充電站達到最佳效能，智慧充電演算法高充電需求者優先配置。同時，未使用的功率額度智能地分配給其他充電樁，不浪費多餘的能源，並縮短所有車輛的充電時間，從而實現最大化能源利用的效果。

3. 建議充電區域設定（預排車位）

系統於場站外螢幕可顯示即時剩餘樁數、當下時間、即將進站車輛車位號碼，進站車輛可依指示停放充電預排車位，若充電車位不足將安排候補，不須充電車輛給予休息車位，如下圖所示。

資料來源：本計畫繪製。

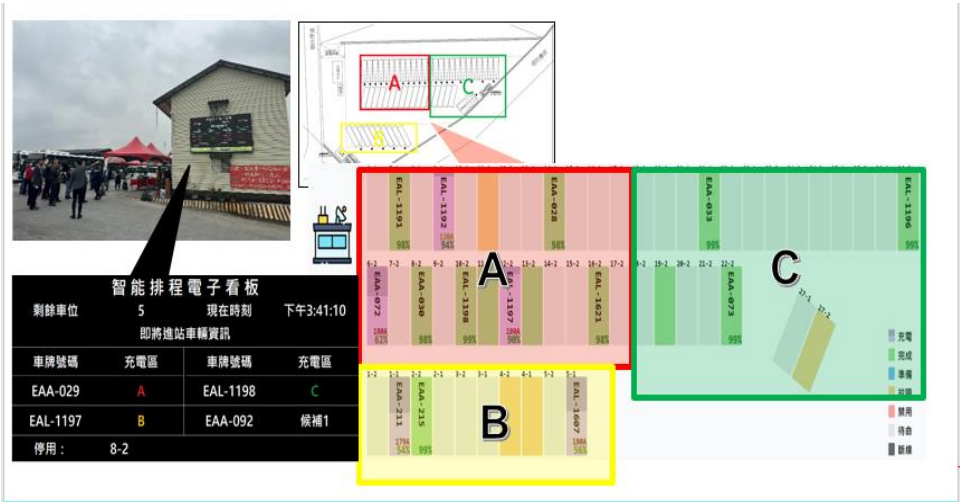


圖 4.1.24 系統建議充電區域設定（預排車位）

#### 4. 最高功率額度分配

充電站皆有契約功率上限，我們的演算法會根據上限來分配每支充電樁的最高功率額度，以控制充電站在不超過規定範圍內運作，並確保穩定的供電。

在確定最高功率額度後，我們的演算法進一步考慮充電樁和充電槍的硬體限制，以計算實際功率額度分配，確保充電站的能源利用率最大化。

#### 5. 充電命令

程式進行了多個步驟的電力分配，考慮各充電樁的需求和硬體特性。首先，確定所有充電樁的最大功率限制，並按照充電需求的優先順序配置功率。這確保高需求的充電樁優先獲得電力，且所有充電樁皆可按照其需求比例得到適當的充電條件，以達到公平分配，同時也避免超出硬體限制的情況發生。

#### 6. 涓流充電與電池保護措施

系統首先確保對於具有高電量狀態(Soc)的車輛，使用較低的充電電流，以確保不浪費能源。同時，對於 Soc 極低的車輛，施以涓流充電，不造成電池損壞，可延長其壽命，同時減少能源浪費。

#### 7. 夜間充電管理

夜間時段充電站近乎屬於滿場狀態，且無夜間工作人員可隨時緊盯充電情況，而智慧充電管理系統可 24 小時待命，並在夜間隨時視場站狀況下達充電命令，依照各車輛充電情形做滾動式調整，確保在夜間時段所有車輛皆能順利充電。

總體而言，智慧充電演算法實現了一個無人充電排程系統，根據電池狀態、充電需求和硬體限制，視情況合理地分配電力，從而減少人力配置與繁瑣流程，達成充電站的最佳效能和最高的能源利用率。另外，在系統架構上，團隊採用微服務的架構 (Microservice)，各項服務拆成不同的容器 (Container)，即便其中一項服務故障，也不至於讓整個系統停擺，且由於

各項服務於系統中是獨立的，彼此可以透過 API 互相溝通，除了提升系統擴充、迭代與開發的速度，在建置新的場域時，也可以避免繁瑣的作業系統安裝、執行環境部屬等等作業，若是場域選擇使用瀏覽器連接系統，也能夠直接省去安裝的環節，強化彈性使用優勢。

由於未來針對跨站點及跨系統服務之智慧排程功能驗證，團隊資料庫建構在雲端系統中，未來可進行跨站、跨系統、跨區域之調度。因此，本系統特別針對資安部分進行雲端系統的篩選，在資料儲存與資訊安全的部分，本團隊所使用的 Azure 可提供雲端資料庫（MSSQL）服務，Azure 提供的伺服器服務符合了多項認證，許多常見的攻擊手法都可以透過 Azure 替本計畫架構之資料庫做防禦，因此，在資安與穩定性方面之風險，比自己架設實體伺服器來得低。而在網頁伺服器與使用者介面部分，團隊使用 Nuxt3 這個基於 Vue3 且開源的框架，在開發上相較以往更加迅速，較為固定的程式語法可以避免在程式撰寫的過程中產生預期外的錯誤與漏洞，增加系統的穩定性。



## 第五章 系統數據分析與效益評估

本計畫導入實證之「智慧充電管理系統」，已經納入多種與電動公車充電場域規劃與充電管理有關之參數，具備完整的功能，實際應用時，亦可對應不同業者與場域需求條件適當調配參數，具備運作彈性。

### 5.1 本計畫系統與國內其他充電排程系統之比較

本計畫導入實證之「智慧充電管理系統」與國內其他業者提供之電動大客車充電排程系統比較如圖 5.1.1。

類別	項目	華X系統	本計畫系統
智慧充電系統功能	預先匯入班表	○	○
	即時動態班表	x	○
	遠端即時調控或停止充電	x	○
	契約容量控制	○	○
	非均流智慧充電 (非平均法給電)	x 需手動拍卡調整 /固定規律充電60or75KW	○ 可即時依各車需求量 彈性調控0-120KW
	預排車位	x	○
	雲端跨場站管理	x	○
	站務人員管理手機介面	○ 僅供遠端監視	○ 可遠端操控充電與即時通報
系統效益 (以北士科示範場域為例)	可降低契約容量	35%*	50% (年省51萬元*)
	人工操作充電	仍須人力操作*	無需人力操作 (年省48萬元*)
	延長電池壽命	-	>20% (年省690萬元*)
	車槍比	1 : 1	2 : 1 以上
	彈性調整需量反映(電力交易)	x	○ (每年額外獲得160萬元*)
	跨充電廠牌、車廠、車型、 營運管理商及客運業者	x	○

資料來源：本計畫製作；2023/06/28 華德發布新聞資料：  
<https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=dae2d886-6f8a-4fcf-87dd-910aade2b0b5>。

圖 5.1.1 本計畫系統與國內其他充電排程系統之比較

## 5.2 智慧充電管理系統之數據分析、關鍵指標與儀表版建立

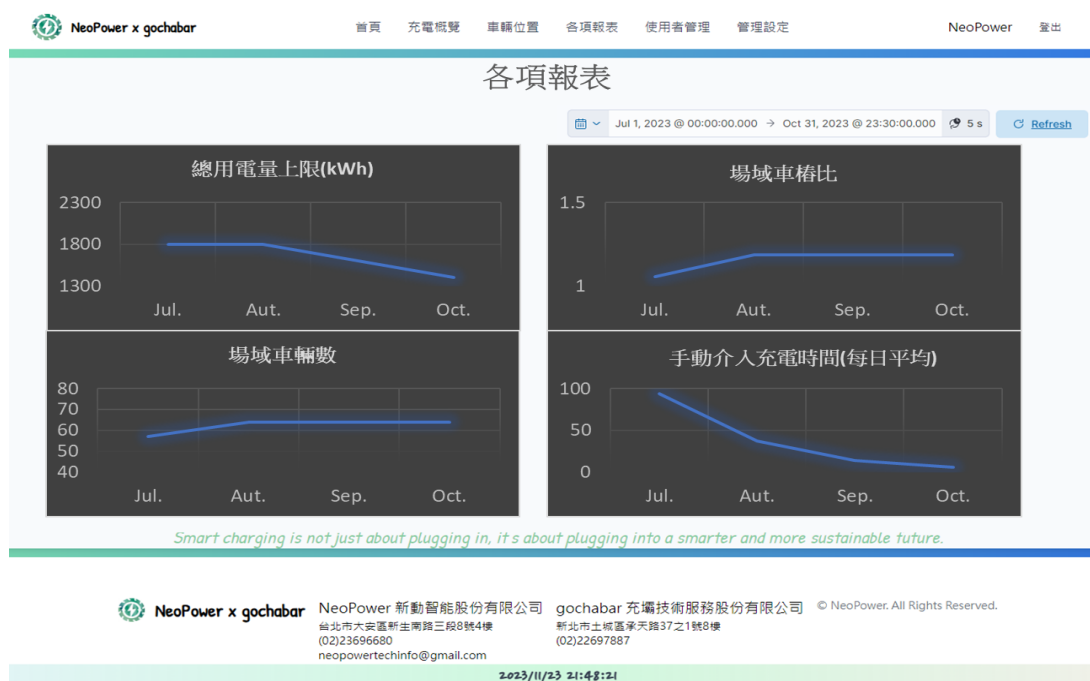
本計畫除了實現智慧充電管理系統於實際場域外，亦已透過建構之雲端後台數據資料庫，針對智慧充電管理系統進行效益評估及分析。首先定義出判定智慧充電管理系統之關鍵效益指標，透過效益指標可明確判斷出智慧充電管理系統及其控制策略具有其效益，未來亦可針對不同之客運業者及營運需求，透過效益指標進行控制邏輯及相關參數調整，同時亦可進行系統效益評估。以下列出預定之關鍵效益指標及其說明(如表 5.2-1 所列)：

表 5.2-1 智慧充電管理系統關鍵效益指標及其說明

效益指標	指標說明	指標數值目標
系統總用電量 上限	可用以降低與台電簽訂之契約容量，節省電費	最小化↘
場域車輛數	場域可服務車輛數	最大化↗
車樁比 =車輛數/樁數	用以降低場域之建造成本	最大化↗
手動介入充電 時間(每日平均)	全自動智慧充電可大幅降低人力介入充電次數	最小化↘

資料來源：本計畫繪製。

透過上述關鍵指標之定義，本計畫已設計一套系統監測儀表板，可供未來即時監測智慧充電管理系統關鍵指標之變化、分析數據及定期效益評估使用，亦可提供輸出報表功能。其儀表板設計如圖 5.1.1 所示：



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.1 智慧排程關鍵指標分析儀表板

### 5.3 智慧充電管理系統使用前後之效益評估

截至 2023 年 11 月本計畫系統已於中興巴士北士科站進行超過三個月之實證，過程透過監控及蒐集實際運行資訊，已於後台建構大數據資料平台，相關應用成效透過監控介面觀察數月之變化量，可明顯展現：車樁比增加、契約容量下降 20%、人工操作趨近於 0% 等效益。本系統針對電動巴士充電過程進行一至兩個月之離線分析，透過電化學原理反推該車輛所採用之電池特性，將其特性套用至充電邏輯中，透過觀察電池老化程度後驗證電池壽命可延長 20-30%，效益綜整如下圖所示。

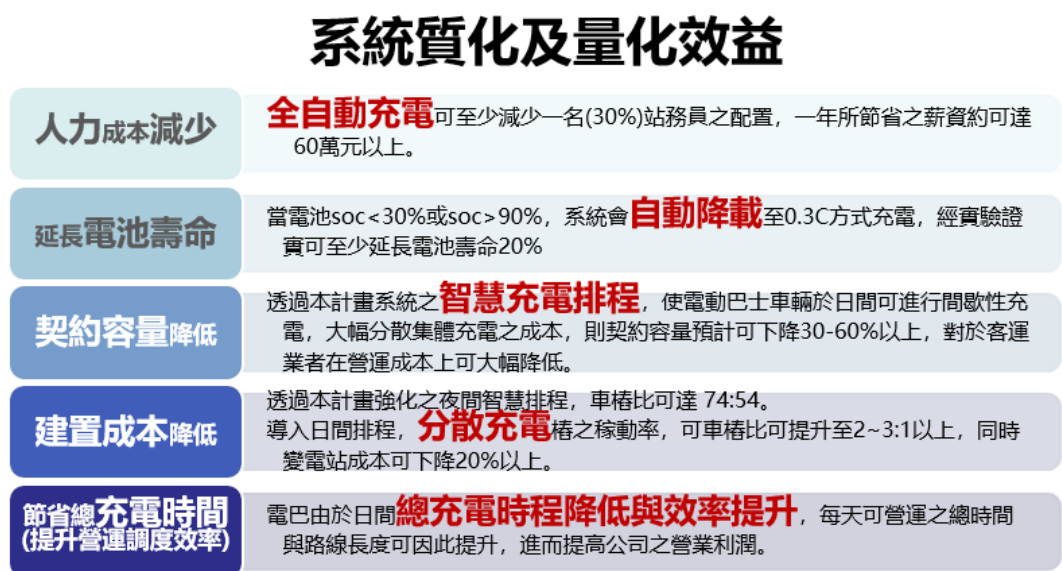


圖 5.3.1 智慧充電管理系統效益綜整

#### 5.3.1 智慧充電管理系統質化效益

本系統已成功應用於中興巴士集團北士科站，該站為國內符合國際標準(CCS1)充電裝規模最大之電動大客車充電站，具有 27 樁充電樁，各樁上限為 120KWh，一樁雙槍同步啟動時，每一槍之上限皆會降為 60kWh 其上限參數皆建構於系統後台，可於軟體端設定，因此不會超載，場站申請契約容量為 1,800 瓩，現況服務車輛數超過 64 輛車。

在客運業者原始充電操作模式下，駕駛進站充電槍插上後，於站務室通報完成程序同時回報電量需求，由站務員手動計算剩餘契約容量是否足夠與下達充電命令，夜間站務員亦疲於操作充電流程；充電判斷程序繁瑣，

因站務員無相關技術及學理背景，經常錯誤操作充電功率導致超約罰款，亦非常有可能會降低電池使用壽命。

透過智慧充電管理系統之服務，由系統自動化依車輛剩餘電量、出車順序及班次行駛需求，計算充電功率需求並下達充電命令，本系統可達到質化效益如下：

### 1. 人力成本大幅減少

以北士科站為例，原先人工作業之人力包含站長與兩位排班人員，須透過手動排定班表與手動充電排程之繁瑣程序，並需時常思考：電動巴士進站後需至何空缺之充電站(位)進行充電；是否會被鄰近充電樁功率限制；是否會超過契約容量；需充電多少時間以應付下一趟車班等問題。

以上種種問題因未有系統之演算法與量化分析，因此人力成本投入僅能達到基本充電需求而無法所需之功率分配、充電成本最小化、充電樁稼動率最高等議題。透過過往計畫成果，於夜間充電已評估可節省一員站務員，換句話說人力成本可節省 30% 以上，一年所節省之薪資約可達 60 萬元以上。若再加上未來日間排程之複雜度與調度強度增加、電動巴士與充電樁之數量大幅增加、突發狀況與臨時調度增加等，若無智慧排程系統，需依靠大量人力去進行充電排程與巴士調度，且不一定可有效進行節能充電，因此透過本計畫之執行，若於日間進行充電，可節省人力成本 30-50% 以上，提升客運業者之競爭力。

### 2. 延長電池壽命

本計畫透過觀察電化學分析充電過程中之電池變化，已初步分析出本示範場域中使用車輛之電池特性，並套用至智慧充電演算法中之限制條件，當電池  $\text{soc} < 30\%$  或  $\text{soc} > 90\%$ ，系統會自動降載至 0.3C 方式充電，經實驗證實可至少延長電池壽命 20%。於上述充電模式下，持續監控電池電壓及 SOC 變化，經過長時間監測可比對電池是否有異常現象，並定期提供客運業者相關鍵控報告，以利提早發現電池老化及失效風險，未來依照資訊完整度提供不同之充電模式。

### 3. 契約容量降低

由於目前電動巴士營運站大多為夜間充電，因此若每台巴士均以 30kW 充電，則一場域的 70 台電巴預計需要與台電簽約 2100kW 之契約容量，其成本相當高。若透過本計畫所推展之智慧充電排程，使電動巴士車輛於日間可進行間歇性充電，大幅分散集體充電之成本，則契約容量預計可下降 30-60% 以上，對於客運業者在營運成本上可大幅降低。

#### 4. 新設場域建置成本

若客運業者於多處需設立新充電場域，透過本計畫開發之充電排程系統，若已知預引進之巴士數輛與規劃路線長度、排班表等資訊，便可先模擬出最佳(少)化之充電樁，對於一場域之建置成本(包含充電樁數量、饋線與變電站成本)可大幅降低。以之前導入北士科實績而言，由原本車樁比 54:54(即 1:1)，透過本計畫強化之夜間智慧排程，車樁比可達 74:54。後續若導入日間排程，分散充電樁之稼動率，可車樁比可提升至 2~3:1 以上，同時變電站成本可下降 20% 以上。

#### 5. 節省總充電時間(提升營運調度效率)

由上述幾點所延伸出之效益，可大幅節省總充電時間。亦即當日間正常營運時，若透過導入本智慧排程系統，可於輪班空檔依照:下一次出班時間、下一次出班路程(需求電量)、其他電巴之充電需求等進行充電排序與充電大小運算。如此可有效率進行休停時間之電巴充電，充電樁稼動率最大化。據此，電巴由於日間總充電時程與效率提升，每天可營運之總時間與路線長度可因此提升，進而提高公司之營業利潤。

### 5.3.2 智慧充電管理系統量化效益

綜合智慧管理系統擁有一鍵智能充電、充電即時狀況監控、視覺化操作介面、充電歷史紀錄概覽、場域用電監控等功能，可使示範場域之契約容量可下降 50%，並延長示範場域中使用車輛之電池壽命 20%，預計每日人為操作次數下降至 5%，目前系統的單一站點數據傳輸量為 20MB/小時，推估車輛上限可為 250 台車如圖 5.3.1 所示。

另外，透過本計畫所驗證之智慧充電管理系統若推廣至臺北市全區，預期量化效益推估如下：

1. 未導入智慧充電前：

如用全車位以 30kw 充電，計算契約容量跟契約用電基本費用(充電樁專用電價)，用 55 處調度站約 2,500 的車位充電需求總計大約是 75,000 瓩，平均月費用為 290 萬元左右。估算量值並未考慮如為以高壓或特高壓申請，以及 107 年後增加之調度站及車輛數如北士科站等影響因素。(計算表參照如附錄二\_107 年度臺北市調度站契約電量估算表)

- (1) 臺北市有 55 處調度站(參考：附錄三\_107 年電巴業者回饋調度站資料)
- (2) 契約電量推估以夜間 30kw/車計(參考：中興北士科當初 54 車位申請 1,800kw)

2. 如大規模導入智慧充電：

總契約用電需求預估約 75,000 瓩，依場域條件不同可降 3~5 成，契約用電費用每月約減少 80~140 萬元/月。(降幅參考：北士科實際數據與國外實驗案例)

- (1) 場域調度人員約有 60~120 人力可釋出(參考：調度人員假設每站少 1~2 人人工控管，不裁員則可供其他職務彈性作業)
- (2) 電池耐用壽命增加 20%，電池使用費減低近 2 成。4,000 輛電巴延壽兩年的使用費，兩年  $100 \text{ 萬} \times 4,000 \text{ 輛} = 40 \text{ 億}$ 。(參考：臺北市現估約 4,000 輛電巴)

①一顆電池假設 300 萬 (目前電池成本約占  $1/2 \sim 1/3$  總車成本，為約 300 萬~500 之間)，原耐用壽命約 6 年， $300/6 = 50 \text{ 萬/年}$ ，原電池使用費=50 萬/年。

②電池耐用壽命增加 20%， $300 / (6 \times 1.2) = 41$ ，電池使用成本降低為電池使用費=41 萬/年。

### 5.3.3 智慧充電管理系統產業效益

回顧臺灣充電服務業，可追溯至 2012 年至 2015 年，當時是由政府主導推動的階段，以先導輔導計畫協助業者在 2012 年開始設樁；2016 年後，因為美國電動車廠商特斯拉（Tesla）進入臺灣，布局了環島的快充站，進而打開大眾電動車市場；到 2019 年，Volvo、Nissan、HYUNDAI、JAGUAR、KIA、PORSCHE 等歐美日韓車廠紛紛在臺上市電動車款，讓臺灣充電服務業也正式進入各方搶進的階段，包括不分大小車之相關車輛產業，能源、通訊、不動產、停車場管理、媒體等產業都有企業投入充電站點、充電營運管理、充電資訊與金流等業務。（資料擷取自[24]）

相關電動車與電能補充之產業生態系與要角簡述如下：

- (1) 隨著電動小客車的增量，以及交通部逐步推動 2030 年全面換行電動大客車政策影響，臺灣的充電樁數量需求也有著巨幅的成長。
- (2) 而目前臺灣充電營運商在充電服務本業上，皆朝軟硬體整體解決方案的方向來經營，主要的獲利項目多為充電站架設、營運管理服務、充電服務（電費）。
- (3) 公共充電站架設客戶對象則可分為政府部門的工程標案、大型交通樞紐調度站、車廠委託或合作、場域業者如停車場、飯店、商場等委託或合作，除了政府部門的案場、車廠在經銷點自建的充電站，大多的的充電站架設的投資還是有賴後續充電服務收費來攤還。而私人的充電樁架設則相對單純，與車廠搭配為車主在自宅架設充電樁。
- (4) 營運管理系統主要是用於充電服務管理，包含充電站的電能管理、負載平衡、智慧排程、設備管理與監控等，此外也有部分自營充電站的場域主例如客運業者調度站、商場、飯店、社區，以訂閱的方式付費取得營運管理服務。
- (5) 充電服務收費對象則是車主，大多以度數計價。

目前直流快充大約落在 9~11 元／度，而交流慢充正在從停車付費免費充電的推廣模式轉向收費模式，收費方式多以時間計費，若換算為度數價格大約落在 6~9 元／度。電價成本



除非搭配儲電設備與時間電價方案有所增減外，影響收益最大的還是充電車次，所以有豐富充電客源的站點、能平均分散充電車流的策略與後台系統才是從充電服務費收益最大化的重點。

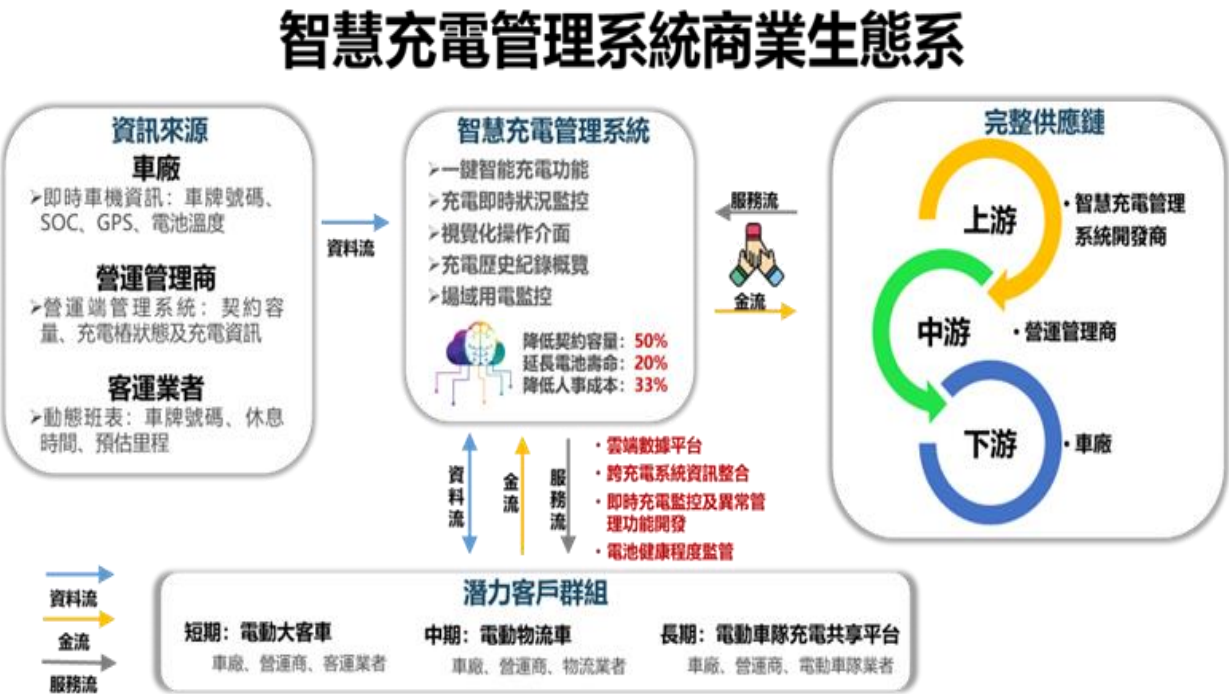


圖 5.3.2 智慧充電管理系統商業生態系



## 第六章 政策輔佐

### 6.1 電動大客車充電場域導入智慧充電系統之政策交流

因電動大客車智慧充電實例目前國內仍缺稀，透過本計畫建立電動大客車智慧充電系統運作實例效益評估，並輔以交流會議與成果影片宣傳，提供實例成果作為後續擴大導入的導入方案參考。

#### 1. 臺北市交通局與公車處視察北士科場域

112 年 09 月 11 日臺北市市府團隊訪視智慧充電示範場域-中興巴士北士科場站，介紹導入智慧充電系統之相關推動策略，現場出席有臺北市交通局長與公車處、中興巴士董事長與總經理、首都客運總經理等，現場說明關於智慧充電管理系統、電動大客車智慧充電示範計畫、電動公車、行控中心、充電站設施等，如下圖 6.1.1、圖 6.1.2。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.1 臺北市交通局與公車處視察北士科場站



資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.2 北士科場站實景

## 2. 臺北市市長視察北士科場域

112 年 09 月 14 日臺北市長率市府團隊再次訪視智慧充電示範場域-中興巴士北士科場站，期間團隊亦特專題介紹導入智慧充電系統之相關彰顯效益，現場出席有臺北市市長、臺北市交通局長與公車處、交通部運輸研究所主任秘書、中興巴士董事長與總經理、首都客運總經理等，現場說明關於智慧充電管理系統、電動大客車智慧充電示範計畫、電動公車、行控中心、充電站設施等，如下圖 6.1.3、圖 6.1.4。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.3 臺北市市長視察北士科場站





資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.4 北士科場站全域鳥覽圖

### 3. 國際智慧交通考察團參訪北士科場域

112 年 11 月 1 日由交通部運輸研究所所長及主秘視察北士科場域，核可並肯定本計畫智慧充電管理系統之實證示範以及運行之實績指標性。而後 112 年 11 月 3 日於北士科場域再度接待國際智慧交通考察團，訪視智慧充電示範場域-中興巴士北士科場站，說明與介紹臺灣大眾運輸即將全面使用電動公車之相關議題與因應而生之相關配套措施，以及電動公車營運站導入智慧充電管理系統之相關彰顯效益，現場出席有外交部、國際智慧交通考察團、交通部運輸研究所、中興巴士董事長與總經理等，如下圖 6.1.5。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.5 國際智慧交通考察團參訪北士科場站

#### 4. 客運業者拜訪交流會議

##### ①計畫於 112 年 09 月 13 日及 112 年 10 月 31 日拜訪首都客運與臺北汽車客運

進行首都與北客示範路線訪談會議，以了解目前客運業者於使用電動車及進行其電能補充時之實際情形，會議訪談對象有首都客運李總經理、張協理、許協理、邱協理、陳襄理兩位、台北客運呂協理、安康李站長、安康林站長等如下圖 6.1.6。會議中提及諸多實務上在電動公車電能補充會遇到之困境：

##### A.契約電量未能估算精確

安康站位於供電瓶頸區，目前僅向台電申請 66KW 的日間契約電量(供應 1 組充電樁)，充電 1 小時約可補 10~12% 電量。

##### B.站務與駕駛須人為計算並判斷補電量

現況於夏季期間，因空調等設備耗電量增加，會對應班次調度由站務與駕駛逐班手動登記使用量，依經驗判斷必要時進行日間補電，避免收班時 SOC 低於 20~30%。

##### C.目前車樁比高為 1:1，但擔心未來若須增加車隊規模

現況採用之充電樁車樁比規劃為 1:1，在充電調度部分尚可因應，但未來若增加車隊規模，為滿足車輛夜間充電會需要站務人員進行調度，故若能夠有智慧充電排程系統輔助，應可協助站務人員執行勤務。

##### D.無數位化動態班表

目前因第一線人員作業習慣，派車憑單主要為紙本填寫，並未採數位化動態班表即時登錄，故車廠之充電管理系統雖有提供班表登錄功能，但實際作業上並未使用。故針對智慧充電排程管理需求，若建立預排班表(前一日)較為可行，但當日即時調度之動態班表，在作業上確有難度。

##### E.車輛充電介面不一致

客運業者採購不同車輛業者或不同車款之車輛時，因為各自車輛之充電介面不一致，現況為各款車輛仍須綁定配合其專用之充電樁，客運業者表示希望能有因應改善之做法建議，以降低充電樁及設置空間使用效率低的問題。

#### F.擔憂長期營運會面臨調度不及及效率差之問題

關於車輛調度與充電時間的安排，由於車輛及電池皆為新購入之設備，因此目前調度員與站長於車輛行駛里程判斷及充電時程安排上以平均數據去判斷與分析，考量未來營運端會有不同廠牌車輛，營運上須作不同車款間之調度，及長期車輛使用下電池及設備之衰退導致之平均數據將會不盡相同，皆將導致無法準確規劃，若可透過儀表板管理對於客運業者將是一大助力。

#### G.建議未來相關車輛監控與智慧充電管理等功能可與客運業者原有管理系統整合

考量單獨建置監控儀表板會造成人力作業負擔提高，公司目前係將 SOC 資料與調度系統之整合，呈現發車時間、SOC 剩餘量、車輛位置、動態資料等相關資訊，亦建議計畫在未來若是單獨與客運業者協同開發儀表板，能將與既有系統做結合納入考量。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.6 首都客運與臺北汽車客運交流會議

②計畫於 112 年 09 月 15 日及 112 年 10 月 27 日兩次拜訪中興大業巴士公司(本計畫合作示範運行智慧充電管理系統之業者)

進行中興大業巴士與光華巴士之示範計畫路線訪談會議，以了解目前營運站於導入智慧充電管理系統後之實際使用情形，會議訪談對象有中興呂董事長、黃副總經理、甘襄理、楊經理、陳站長等如下圖 6.1.7。會議中提及諸多在電動公車電能補充以及智慧充電管理系統之使用回饋與系統強化建議：

#### A.智慧充電管理系統之使用回饋

表達感謝運輸研究所及本計畫之垂青，得以與本計畫合作成為電動公車營運站之標竿，自導入本計畫建置之智慧充電管理系統後，得以改善並解決許多原存之實務上在電動公車電能補充遇到的困境與隱憂，例如契約電量之超額罰款、場站調度人力之負荷、人為操作之可能疏失等，並習得較順暢及有效率之電動公車調度管理及場域空間安排等。

#### B.SOC 最低值建議

關於車輛建議之最低 SOC，會視各營運場站的實際調度情形而定，惟 SOC 為換算顯示資訊，隨車輛使用年期長會產生誤差，為避免車輛中途沒電而失去動力，建議 SOC 以 30% 為最低標準，會請駕駛於電量低於此數值時，就盡快回站充電。

#### C.班次調度無須改變

關於班表調整，業者每日會在當日發車前先預排，後續根據實際情況，以人工方式進行調整，回報調度站做更新(批次登錄)。營運路線之車隊數量配置與班次調度作業不會因柴油車轉換使用電動車後而改變，只會視路線長度的增減而有所調整，以維持原先的服務水準。

#### D.希望各場站之充電資料能整合

希望各場站之充電樁資料能整合於同一平台上，除了方便監控充電樁使用狀況，亦方便於車輛調度。





資料來源：本計畫拍攝。

圖 6.1.7 中興大業巴士與光華巴士交流會議

## 6.2 推動電動大客車充電相關政策建言

客運業者於導入電動大客車車隊時，需依據其營運需求進行充電樁與基礎設施之規劃，預先確立充電樁配置方式與申請場域供給容量，配合電動大客車車輛導入進行充電與排班調度作業安排。

### 1. 維持電池健康度之充電功率安排

影響充電效率的因素非常多，其中當 SOC 處於高值時，充電樁通常會啟動保護機制降低充電功率，另與專業單位合作，透過電化學分析充電過程中之電池變化，依據車輛電池特性於 SOC 處於低值時，亦因電池內部阻抗增加，需設定低充電功率的方式充電，方能維持電池健康度，達到電池壽命延長。以本計畫示範場域案例之車輛，當電池  $SOC < 30\%$  或  $SOC > 90\%$ ，均建議降載充電功率充電。

### 2. 對應營運模式之充電方案選擇

在進行充電基礎設施建置規劃時，客運業者除考量車輛型式、地區路線特性、配車數、每車每日可行駛里程等，另應確保未來之充電及調度空間的擴充性。

對應車輛型式與充電方式的選擇，會影響到業者營運調度與充電之作業程度，以目前國內電動大客車車輛搭配充電型態而言，可區分為短程補電型(車輛配置電池容量較低、但設計充電效率相對較高)與長程充電型(車輛配置電池容量較高、但設計充電效率相對較低)。

除過去之時間電價，現階段台電公司已提供電動車充換電設施電價，做為客運業者充電場站用電之申請選項，考量不同電價方案對應車輛配置之電池容量、車輛與充電設施功率、營運班次數、行駛里程數等營運特性有所差異，客運業者在規劃電動大客車充電策略時，除考量場域本身契約容量是否有限制外，尚需進行多方面評估，方能選擇適合之電價方案，達到營運服務穩定與有效管理營運成本。

### 3. 建議導入智慧充電管理排程

導入大規模車隊時，對應路線、電力與場域配置規劃合適的車輛選擇，再結合充電排程管理做為，可有效降低基礎建設投入成本、控制充電排程避免超過甚至可調降契約容量、降低調度人員操作之壓力與風險、滿足營運調度班次安排，進一步透過系統自動監控，可自動依電池狀態調配充電功率，維持電池健康度。

### 4. 考量場域及充電樁應用彈性

客運業者現況均以自行於鄰近車輛行駛路線端點站之調度站設置充電樁，做為日間與夜間充電使用；考量充電站設置地目與電力供應等限制性，未必可於每條路線端點站周邊尋覓到足夠停放路線車輛且合適設置充電樁之場域。

從國內外相關公共充電場站的推動案例經驗，未來充電樁的設置型態會逐步朝向支援多車款、多車種之方式發展，回饋到客運業者營運層面的考量，因國內電動大客車充電規格已逐步導向 CCS 統一規格，故未來採購充電樁時，可優先洽詢可支援不同車款之充電樁，以增加場站充電樁運用彈性；進一步可整合鄰近充電場站資源，於單一場域充電受限之情況，對應必要性的充電需求彈性調度。

### 5. 公共充電場域之發展應用

雖國外已有公共充電場域提供非特定大客車充電之案例，然以國內客運業者而言，因營運車輛屬公司資產，對於前往非自有之充電場域充電、停放尚存有疑慮。

為完善電動車輛充電環境，中央與地方政府陸續投入公共場域設置充電樁之建設，其中對於客運車輛會行經、停靠場域亦納入設置規劃；後續建議設置單位規劃合理費率，並與客運業者充分溝通協調，降低客運業者對於前往公共場域充電停放之充電安全、資產管理等疑慮，客運業者亦可考量行駛較長但僅起端或迄端設充電站之路線需求，運用另一端點周邊之公共充電站進行補電，降低駕駛對行駛長里程之壓力。



## 第七章 成果推廣

### 7.1 辦理智慧充電管理成果發表與交流會

本期計畫辦理兩場成果交流會，其一為於 12 月 5 日舉辦之成果發表暨產業座談會，並安排技術展示行程至計劃系統運行區域-中興巴士北士科場站。其二為參加『中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會』（圖 7.1.1）。



資料來源：運輸學會官網 <https://cit.org.tw/2023/include/index.php>。

圖 7.1.1 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會

#### 1. 成果發表暨產業座談會

- (1) 會議日期：2023 年 12 月 5 日（星期二）09:30-12:30
- (2) 會議地點：
  - ①交通部運輸研究所國際會議廳（臺北市松山區敦化北路 240 號 B1)
  - ②北士科中興巴士站(臺北市北投區洲美街 215 巷 16 號)
- (3) 活動主軸：以「電動公車數據平台」及「電動公車智慧充電管理系統」之運行成效為主體宣傳重點，並推廣及探詢後續與多家客運業者及充電營運商等合作機會。

- (4) 活動形式：成果發表與座談會（簡報與影片發表及長官見證合照、產業交流）、技術展示(北士科站智慧充電場域)。
- (5) 邀請佳賓：交通部部次長及部內長官如公路局及路政司等、各縣市政府交通局、公車客運同業公會全國聯合會及各客運業者、電能補充產業聯盟、台電、經濟部工業局、中興巴士、首都客運等超過約 150 位產官學研代表出席。



資料來源：本計畫製作。

圖 7.1.2 計畫成果發表暨產業座談會議程



- (6) 活動亮點：攜手產官研於 12/5 舉辦「電動大客車智慧充電成果發表」，推出全自動、全時段的智慧充電，已協助客運業者推動電動化營運轉型，未來將擴充至跨場站、跨客運業者及跨系統的充電調度，為國內開創電動車智慧充電領域的新里程碑！
- (7) 媒體露出：截至 12/11 止，共吸引媒體報導 108 則，紙媒如電子時報、中國時報、民眾日報、台灣新生報 7 則，電視媒體 3 則如公視新聞，及工商時報、經濟日報、聯合報等 98 則網路媒體刊載。



資料來源：本計畫製作。

圖 7.1.3 計畫成果發表媒體露出

## 2. 運輸年會暨學術論文國際研討會

- (1) 舉辦時間：112 年 12 月 7 日-12 月 8 日。
- (2) 舉辦地點：劍潭青年活動中心(臺北市士林區中山北路四段 16 號)。
- (3) 活動形式：論文發表、專題發表、展覽攤位。
  - ①論文發表：「運用人工神經網路預測電動大客車智慧充電電量需求」。
  - ②專題發表：「重大交通政策未來研究課題專題研討」專題場次-場次 6-安全、數位與綠色之智慧運輸發展-子題 4：電動大客車智慧充電系統規劃與建置成果。
  - ③展覽攤位：展示成果推廣影片以及智慧儀控板等。

**中華民國運輸學會**  
**2023年年會暨學術論文國際研討會**  
The 2023 International Conference and Annual Meeting of the Chinese Institute of Transportation

**徵稿 啟示**

**重要時程**

1. 全文繳交截止日期:2023/09/07
2. 論文審查公告日期:2023/10/01

**徵文領域**

1. 航空運輸	8. 永續運輸
2. 海洋運輸	9. 運輸安全
3. 軌道運輸	10. 智慧運輸與高科技應用
4. 交通工程	11. 物流與供應鏈
5. 運輸規劃與需求分析	12. 高齡與無障礙運輸服務
6. 智慧城鄉與科技治理	13. 觀光遊憩與未來旅行
7. 運輸經濟	14. 其他運輸相關

**2023 12/07 12/08**  
**劍潭青年活動中心**

**活動網址**

主辦單位：中華民國運輸學會、交通部  
協辦單位：淡江大學運輸管理學系  
贊助單位：交通部運輸研究所

**雙零願景**  
以安全與綠能運輸  
連結美好未來

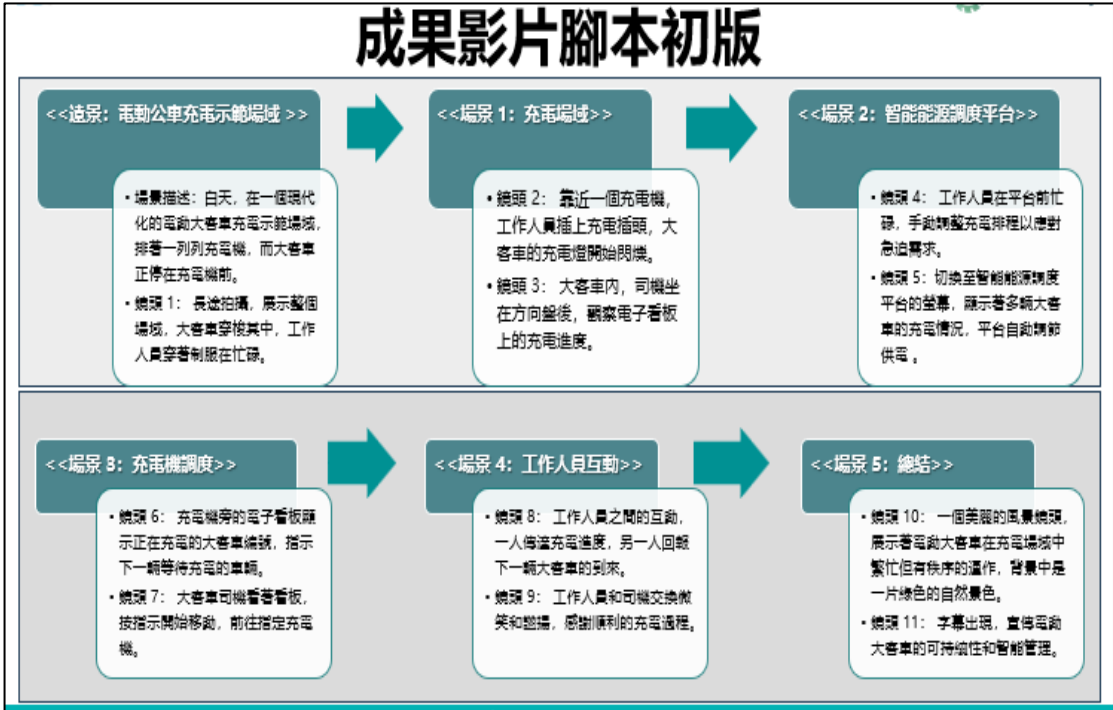
資料來源：運輸學會官網 <https://cit.org.tw/2023/include/index.php?Page=D-4-4>。

圖 7.1.4 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文徵文公告



## 7.2 成果宣導影片製作及活動參與

由於計畫第一年成果主要為系統實證與效益評估，初步規劃成果展示的重點在於推廣智慧充電系統的可行性與其帶來的節能與經濟效益，因此編擬拍攝腳本初版(如圖 7.2.1)，主題設定為導入電動大客車智慧充電管理系統的之前與之後，執行後續會再與指導單位-運輸研究所確認後，進行實地拍攝並製作效益演示等效果片段。



資料來源：本計畫製作。

圖 7.2.1 計畫成果宣導影片拍攝腳本初版

二版腳本(如圖 7.2.2)則修改主題為強調運研所推動計畫之初衷及計畫推行之成果：以電動公車數據平台資訊及電動公車智慧充電系統結合之創新充電營運模式，可協助客運業者省下大筆基礎建置成本，並同時提升電動公車班次運轉調度的效率，以及提升用電效率等，綜合集結製作成計畫成果影片，做為成果推廣活動現場宣傳或提供機關年度成果展示(如圖 7.2.3)。

## 成果影片二版二剪

### 電動公車數據平台+智慧充電系統



資料來源：本計畫製作。

圖 7.2.2 計畫成果宣導影片拍攝二版腳本

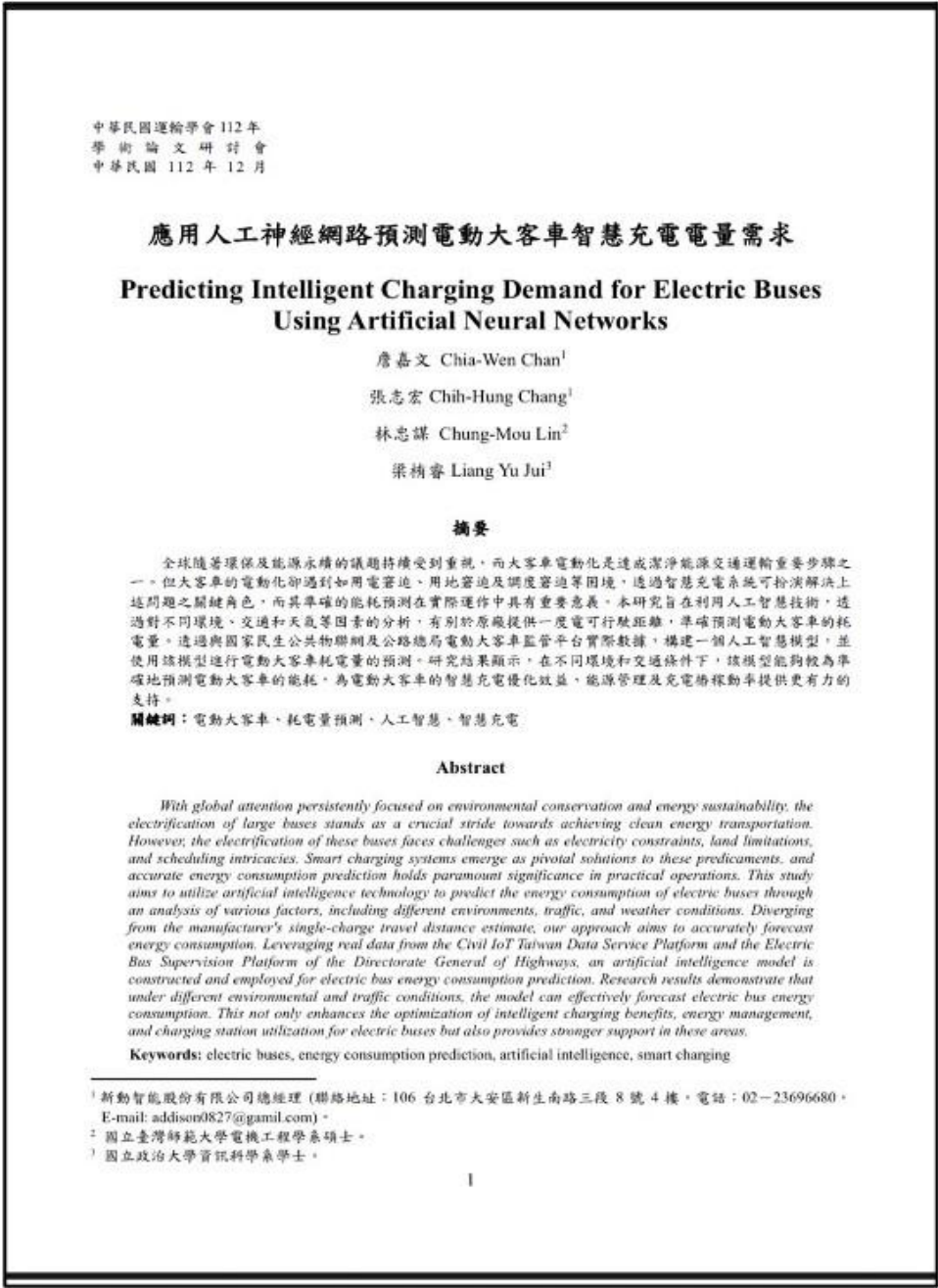


資料來源：本計畫製作。

圖 7.2.3 計畫成果宣導影片定版

## 7.3 成果投稿研討會或國內外期刊

本計畫投稿『中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會』，以「運用人工神經網路預測電動大客車智慧充電電量需求」為題撰寫，提及有關智慧充電管理系統驗證、相關效益評估及日夜間智慧充電管理等成果呈現，期可提升本計畫之國內外知名度並提供相關國內外研究單位參考，以利後續潛在合作之可能性。



資料來源：本計畫製作。

圖 7.3.1 本期研究成果投稿研討會摘圖



7.4 成果展示於運輸年會展覽



資料來源：本計畫整理。

圖 7.3.2 本期研究成果展示於運輸年會展覽

## 7.5 2024 台北智慧城市創新應用獎獲獎肯定

第 11 屆智慧城市創新應用獎活動委員會共計收到 102 報名件數：縣市創新應用組 61 件、中央暨相關機關創新應用組 14 件、企業暨財團法人創新應用組 27 件。已於 2023 年 12 月 15 日完成複審作業，最終獲獎件數為 22 件，獲獎機率約為 21%。

本計畫以『電動大客車智慧充電系統』為題，獲中央暨相關機關創新應用組獎項肯定。



第11屆智慧城市創新應用獎

Innovative Application Award 2024

第11屆智慧城市創新應用獎活動委員會共計收到102報名件數：縣市創新應用組61件、中央暨相關機關創新應用組14件、企業暨財團法人創新應用組27件。已於2023年12月15日完成複審作業，最終獲獎件數為22件，獲獎機率約為21%。

本計畫以『電動大客車智慧充電系統』為題，獲中央暨相關機關創新應用組獎項肯定。

2024 Smart City Summit & Expo 智慧城市展

Mar.19<sup>Tue</sup>-22<sup>Fri</sup> Taipei Nangang Exhibition Center Hall 2 台北南港展覽館2館

Mar.21<sup>Tue</sup>-23<sup>Sat</sup> Kaohsiung Exhibition Center 高雄展覽館

資料來源：本計畫整理。

圖 7.3.3 2024 台北智慧城市創新應用獎獲獎肯定

## 第八章 結論與建議

當車隊逐漸全面改換為電動大客車時，由於停車場充電站安裝位置等條件限制，部分電動大客車將會產生充電供給與需求匹配問題，因此如何建立合理的電動大客車和充電設備數量配比，提供最適當的充電安排與營運管理之間需要預先分析規劃以達到最佳化。因此本計畫主要針對數量眾多的電動大客車集中於定點場域進行充電時，所衍生電網調控、充電設備設置和最有效使用，車隊最佳充電排程等問題，探討解決方案。

### 8.1 結論

本年度計畫重要課題即為進行智慧充電管理系統實證，將前期計畫建置之智慧充電管理系統實際導入於中興巴士集團北士科站，並經歷時長超過一年之實際運行紀錄，並多次訪談中興巴士集團管理階層及第一線之站務人員與司機，掌握第一手資訊以持續優化系統與資訊溝通介面。另藉由訪談首都客運與臺北汽車客運等，整理出諸多客運業者在實務上會遇到之電動公車電能補充困境與擔憂，比對已導入智慧充電管理系統之中興巴士集團使用回饋，實可驗證本計畫之智慧充電管理系統效益，及本計畫之示範指標性。如下則分別依本期計畫重點執行之工作項目表述：

#### 1. 智慧充電管理標竿案例

- (1) 國內外充電管理系統案例中，多數是從小型車充電管理軟體開發，對應市場需求逐步增加商用車隊(包括大客車、物流車輛)管理功能，鮮少有特別針對公車車隊需求開發之智慧充電管理系統。
- (2) 本計畫蒐集國外4個具備車隊管理之智慧充電系統標竿案例：
  - ①均提供 OCPP 通訊標準，運用雲端平台提供網頁儀表板提供即時監控；介面設計以圖塊、簡易圖表為主，對應不同使用對象與目的性，依需求進行開發。

- ②功能面主要均有針對「不同時段電價」、「充電站電力負載(契約容量)」、「剩餘電量(SOC)」等制定時段最大輸出電流與自動分配充電量；部分系統對應車隊需求，加入「下一次任務目標需求電量」，結合班表計算目標充電量。另亦有案例將複合能源光儲系統之電力來源，納入充電的電力管理選項。
- ③系統畫面提供充電樁異常狀態警示，部分系統因綁定軟硬體設備，可進一步達到遠端系統排除異常之做法。
- (3) 本計畫導入之系統功能，與搜尋到之國外標竿案例概念一致，惟尚未帶入完整商品化設計，可參考案例在介面設計更友善，另後續若有適合場域與合作條件，可發展結合光儲系統之智慧充電調配功能。

## 2. 公共充電場域案例

- (1) 參考國內外公共充電站案例，資源投入多朝向將場域之利用價值最大化方向，包括提供不同車款(不限定廠牌)、不同車種(如公車、物流車、小客車)、不同功能性(充電或其他其他非充電之空間需求)等方向。
- (2) 以國內客運業者服務特性而言，因考量車輛資產管理，公共充電站的使用情境可能以日間無法回場的必要性補電為主，參考國外推動案例可於客運轉運站臨時調度車位或周邊大客車停車場設置，其他場域類型(如高速公路服務區、公共場域等)較有可能發展為提供非公車服務的商用車隊(如物流車、計程車等)充電使用。

## 3. 國內電動大客車智慧充電管理推動策略

- (1) 國內電動大客車充電系統使用議題主要包括充電站設置及用電申請之困境、充電站空間限制、營運調度與充電模式對用電費用與供電穩定性影響、配合營運特性選擇電價方案、充電規格互相支援使用需求等。
- (2) 依照客運業者充電管理相關議題，藉由智慧充電管理系統導入可解決與改善業者針對空間限制、用電費用、供電穩定性與電價選擇等議題。
- (3) 針對客運業者運作流程可建立智慧充電管理系統發展功能架



構：夜間排程(基本功能)→日間排程→電池健康度管理→結合光儲系統(單一場站加值)或跨場站充電需求管理(跨場站擴充)。

#### 4.本年度電動大客車智慧充電管理系統導入成果

- (1) 本年度將智慧充電管理系統後台進行優化，除了加速資料存取及反應速度，亦將程式進行區塊模組化，可使程式於龐大資料量下，於短時間內進行資料蒐集、演算並下達充電命令。後續有助於加入需量反應機制，穩定國家電網。
- (2) 本計畫驗實際導入智慧充電管理系統於中興巴士集團北士科站，經過演算法優化及嫁接客運業者動態班表，站務員現今已不須手動操作充電，由系統準確下達充電命令及預排停車區間，已達成全日智慧充電之目標。

#### 5.電動大客車智慧充電管理系統效益分析

- (1) 本計畫於驗證場域-北士科站，已證實可透過智慧充電管理系統達成全時全自動智慧充電，幾乎可免除人工操作充電工作，大幅降低人力負擔及需求 30%，除了可降低營運成本外，亦可透過智慧充電提升電池使用壽命 20%
- (2) 透過本計畫所驗證之智慧充電管理系統可提升能源使用效益，有效降低案場契約容量 50%，未來可應用於饋線匱乏之地，降低台電負擔，提升用電品質，最有效益的應用每一度電。
- (3) 本計畫於北士科站之充電場域實證經驗，結合智慧充電管理系統對於客運業者就營運調度之人員壓力降低、用電費用節省、電池健康度維持等均有具體成效，可做為後續客運業者導入電動大客車隊時之充電管理考量要件之一。

## 8.2 建議

- 1.建議業者在電動大客車對充電與排班調度作業上，應考量維持電池健康度之充電功率安排、對應營運模式選擇充電方案；此外，除選擇 CCS 統一充電規格之車款，在符合本身營運層面的需求下，考量場域及充電樁共用之彈性。
- 2.為完善電動車輛充電環境，中央與地方政府陸續投入公共場域設置充電樁之建設，客運業者因對營運車輛資產管理的限制條件，較無機會於外站進行夜間充電停放；建議未來可優先以滿足行駛較長但僅起端或迄端設充電站之路線使用需求為考量，結合端點站或客運轉運站周邊之高功率公共充電場域，做為日間補電之選項。
- 3.為使電動車隊充電更具彈性且穩定，建議未來可透過跨場域充電系統、車機及動態班表資訊串聯，互相調度車輛及充電系統，共享電力資源，降低充電系統建置成本，同時可避免不預期之斷電風險，造成營運調度及服務中斷，可開發一套跨場域之智慧充電管理系統。
- 4.為完善電動車跨場域智慧充電充能及推動公共及共享充電資源，建議政府建構跨業者之系統雲端資訊平台，如：即時車機資料、場域充電樁狀態及班表等，完整之資訊系統可有效提升系統之實用性及準確性，進一步降低客運業者設置充電系統成本及提升汰換油車之意願，加速 2030 年全面汰換市區充車電動化之目標。
- 5.本年度已對單一場站驗證電動大客車智慧充電管理系統可行性及效益，建議後續針對前期建置之中興集團北士科站智慧充電管理排程演算法利用數學模型進行最佳化。並新增至少一處智慧充電管理示範站點，並驗證本年度建置電動大客車智慧型充電系統之可複製性與效益。
- 6.後續依照執行成果，建議擴大研究範圍，研擬電動大客車公共充電站之關鍵條件，包括充電樁規格、充電功率、充電安全、契約容量以及管理機制等規劃要件，提供主管機關參考應用。

## 參考文獻

- [1]. 台達電子-電動車充電解決方案，  
<https://www.slideshare.net/mixtaiwan/mixtaiwan20180620>。
- [2]. 特爾電力-金門低碳島最有力後盾！特爾電力設電巴充電站，  
[https://www.evtail.com.tw/posts/detail/news\\_kinmen](https://www.evtail.com.tw/posts/detail/news_kinmen)。
- [3]. 三地能源-特爾電力支持零碳政策 替客運業者蓋充電樁，  
<https://www.santienergy.com/news/busevchargingstation>。
- [4]. 因應充電與儲電難題 MIH 攜手充壩技術服務能源 Yes! 來電、起而行  
綠能、聯齊科技、雲高科技及台灣微軟共同推出 V2G 能源整合管理解決  
方案，[https://today.line.me/tw/v2/article/9mNxZr3?utm\\_source=lineshare](https://today.line.me/tw/v2/article/9mNxZr3?utm_source=lineshare)。
- [5]. Business Overview EV Charging—OCEAN Vantage Holdings Berhad，  
<https://www.ovbhd.com/evcharging>。
- [6]. Charging and Load Management With vCharM—VECTOR，  
<https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/software/vcharm/#>。
- [7]. DepotFinity – SIEMENS，  
<https://www.siemens.com/global/en/products/energy/emobility/depotfinity.html>  
。
- [8]. Electric vehicle fleet depot and cloud solutions – SIEMENS，  
<https://www.siemens.com/us/en/products/energy/topics/transportation-electrification/depot-cloud-services.html>。
- [9]. Maximize the uptime and optimize the charging and cost control of your  
electrified fleet—SIEMENS。
- [10]. Viriciti smart charging rollout at QBuz，  
<https://greenbusandcoach.com/news/viriciti-smart-charging-rollout-at-qbuzz/>。
- [11]. Start routes on time and keep fuelling costs under budget – Chargepoint，  
<https://reurl.cc/My5QRn>。

- [12].Your foundation for electric fleet management – Chargepoint ,  
<https://www.chargepoint.com/fleet/solutions> 。
- [13].AMPLY Power Debuts Optimization Software Offering Fleets Transparency  
in Electric Vehicle Charging and Management ,  
<https://amplypower.com/amplify-debut/> 。
- [14].Charge Management Software – BP Pulse Fleet ,  
<https://bppulsefleet.com/fleet/products/charge-management-software/> 。
- [15].今周刊，中興電關西服務區充電樁啟用！「目標年底建置 50 個快充  
站」iCharging 國道充電地圖一次看，<https://reurl.cc/8NMapd> 。
- [16].ICLEI – Local Governments for Sustainability, Centre Bus de Lagny: A  
bus depot that enhances urban life” ,  
<https://sustainablemobility.iclei.org/paris-bus-depot/> 。
- [17].南方網，珠三角首個大型純電動公交車充電站落成啟用，  
[https://www.cnr.cn/gd/tpxw/20170407/t20170407\\_523697007.shtml](https://www.cnr.cn/gd/tpxw/20170407/t20170407_523697007.shtml) 。
- [18]. 有線中國組-潭村充電站使用狀況(Facebook 影片) ,  
<https://www.facebook.com/watch/?v=1581424145335399> 。
- [19].橙新聞，電動小巴 | 觀塘裕民坊及九龍塘運輸交匯處作試點提供充電器  
明年首季首階段試驗，<https://reurl.cc/NydMZp> 。
- [20].香港特別行政區政府新聞公報-立法會十八題：電動公共交通工具，  
<https://www.info.gov.hk/gia/general/202311/08/P2023110800362.htm> 。
- [21].公車配車表  
<https://sites.google.com/site/twbusform/home/taipei/shinshinbus> 。
- [22].四色天書 <https://leak.gewohler.icu/hpvdb.php> 。
- [23].陳柏君、林幸加、溫蓓章、宋彥青、曹晉瑜、廖建韋、黃品慈、陳其  
華、吳東凌、陳國岳，我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技  
術導入初探，交通部運輸研究所，2022 年 11 月。
- [24]. IEKView：台灣充電服務產業 三大發展方向，  
[https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt\\_open.aspx?indu\\_idno=0&rpt\\_idno=66501506](https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_open.aspx?indu_idno=0&rpt_idno=66501506)

## 附錄一 本計畫系統相關資訊符號對照表



附錄一 本計畫系統相關資訊符號對照表

$I$	待排車輛
$J$	充電樁編號
$K$	已排程車輛
$I_{arrive}$	待排車計抵達時間
$J_{arrive_k}$	已排程車預計抵達時間
$T_{charge_j}$	充電時間
$T$	時間間隔
SOC	殘電量
$D(S_2,T_2,L_2)$	後續行駛里程
$T_b$	休息時間
$t_1$	回充電站的一個時間點
$t_2$	到達充電站的一個時間點
$t_3$	假設可充入的電量
$t_4$	假設下次回充電站之時間點
$P_i$	該車輛充電需求功率
$D(S,T,L)$	電動巴士能耗預估
$D(S_1,T_1L_1)$	消耗量佔電池多少比例
$EPA$	目前所使用之電池度數
$SOC_{(t_4)}$	由低到高排序決定優先順序





## 附錄二 107 年度臺北市調度站契約電量估算表



附錄二 107 年度臺北市調度站契約電量估算表

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積 (m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/ 車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
臺北市	光華巴士	士林區	公共設施	2,050	31	930	175,584	257,424
臺北市	光華巴士	汐止區	綠地	4,034	61	1,830	345,504	506,544
臺北市	光華巴士	內湖區	第二種工業	4,490	68	2,040	385,152	564,672
臺北市	光華巴士	士林區	工業	3,092	46	1,380	260,544	381,984
臺北市	光華巴士	士林區	商業	3,607	54	1,620	305,856	448,416
臺北市	光華巴士	士林區	保護區	2,985	45	1,350	254,880	373,680
臺北市	首都客運	蘆洲區	893 895 897 (田) 894 896 (水)	4,641	70	2,100	396,480	581,280
臺北市	首都客運	內湖區	公車調度站用地	5,190	78	2,340	441,792	647,712
臺北市	首都客運	南港區	雜	2,192	33	990	186,912	274,032
臺北市	首都客運	南港區	935-3 、936 (建)、 937-2 (田)	1,983	30	900	169,920	249,120

附 2-1

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積(m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
臺北市	首都客運	南港區	雜	2,022	30	900	169,920	249,120
臺北市	首都客運	內湖區	雜	2,581	39	1,170	220,896	323,856
臺北市	首都客運	內湖區	雜	1,681	25	750	141,600	207,600
臺北市	首都客運	士林區	旱	3,275	49	1,470	277,536	406,896
臺北市	東南客運	內湖區		12,239	22	660	124,608	182,688
臺北市	東南客運	內湖區		1,168	42	1,260	237,888	348,768
臺北市	東南客運	內湖區		935	12	360	67,968	99,648
臺北市	東南客運	文山區		264	4	120	22,656	33,216
臺北市	東南客運	文山區		3,757	56	1,680	317,184	465,024
臺北市	東南客運	信義區		1,464	21	630	118,944	174,384
臺北市	臺北客運	松山區	機場用地	3,497	52	1,560	294,528	431,808
臺北市	大都會客運	北投區	交通用地	2,512	31	930	175,584	257,424
臺北市	大都會客運	信義區		5,597	73	2,190	413,472	606,192

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積 (m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/ 車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
臺北市	大都會客運	信義區		5,280	67	2,010	379,488	556,368
臺北市	大都會客運	信義區		2,975	48	1,440	271,872	398,592
臺北市	大都會客運	萬華區		2,249	34	1,020	192,576	282,336
臺北市	大都會客運	文山區		4,825	61	1,830	345,504	506,544
臺北市	大都會客運	內湖區		2,910	44	1,320	249,216	365,376
臺北市	大都會客運	南港區		3,869	50	1,500	283,200	415,200
臺北市	大都會客運	中山區		2,777	41	1,230	232,224	340,464
臺北市	大都會客運	北投區		2,443	34	1,020	192,576	282,336
臺北市	大都會客運	信義區		1,090	19	570	107,616	157,776
臺北市	大都會客運	南港區		3,343	25	750	141,600	207,600

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積(m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
臺北市	大都會客運	內湖區		18,387	65	1,950	368,160	539,760
臺北市	大都會客運	南港區	調度站用地	4,353	47	1,410	266,208	390,288
臺北市	欣欣客運	文山區		1,855	46	1,380	260,544	381,984
臺北市	欣欣客運	文山區		9,643	62	1,860	351,168	514,848
臺北市	欣欣客運	文山區		1,964	49	1,470	277,536	406,896
臺北市	欣欣客運	萬華區		3,928	45	1,350	254,880	373,680
臺北市	三重客運	南港區		1,896	28	840	158,592	232,512
臺北市	三重客運	南港區		1,718	26	780	147,264	215,904
臺北市	大都會客運	士林區	711 (公園用地) 712 (道路用地及防洪調節池用地)	1,587	23	690	130,272	190,992
臺北市	大南汽車	北投區	學校用地	4,949	74	2,220	419,136	614,496
臺北市	大南汽車	北投區	公用事業	6,902	104	3,120	589,056	863,616

附 2-4

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積 (m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/ 車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
臺北市	大南汽車	士林區	公用事業	13,615	46	1,380	260,544	381,984
臺北市	大南汽車	內湖區	科技園區	9,073	52	1,560	294,528	431,808
臺北市	新北客運	士林區		3,092	6	180	33,984	49,824
臺北市	指南客運	文山區		3,620	40	1,200	226,560	332,160
臺北市	指南客運	文山區		4,979	68	2,040	385,152	564,672
臺北市	指南客運	信義區		2,876	25	750	141,600	207,600
臺北市	大有巴士	南港區		3,634	55	1,650	311,520	456,720
臺北市	大有巴士	南港區	機關用地	6,639	100	3,000	566,400	830,400
臺北市	光華巴士	中山區	商業	1,690	25	750	141,600	207,600
臺北市	首都客運	士林區	711 (公園用地) 712 (道路用地及防洪調節池用地)	13,615	74	2,220	419,136	614,496
臺北市	臺北客運	士林區	711 (公園用地) 712	13,615	46	1,380	260,544	381,984

縣市別	客運業者	行政區	地目	面積(m2)	核定車數	契約電量推估 (以夜間30kw/車計)	契約電量基本費用 (夏月-4個月)	契約電量基本費用 (非夏月-8個月)
			(道路用地及防洪調節池用地)					
小計						75,030	14,165,664	20,768,304
(合計) 平均契約用電基本費用(月)							2,911,164	



### **附錄三 客運業者拜訪交流會議-第 1 場(首都客運)**



附錄三 客運業者拜訪交流會議-第 1 場(首都客運)

壹、時間：112 年 09 月 13 日(星期三)上午 10 時 00 分至 11 時 30 分

貳、地點：首都客運安康站

參、出席單位及人員：

記錄：黃宜人

出席單位	職稱	簽名
首都客運股份有限公司 臺北汽車客運股份有限公司	協理	張世峰
	協理	呂燦亮
	副理	簡士荃
	副理	許俊忠
	襄理	賴威龍
	股長	劉楊理
	股長	黃揚約
	站長	李文仁
	站長	林惠俠
	副站長	張庭瑋
	專員	常舜嶂
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	經理	曹晉瑜
	高級規劃師	廖建韋
	經理	曾依蘋
	助理規劃師	黃宜人
新動智能股份有限公司	總經理	詹嘉文
	工程師	黃翊唐
交通部運輸研究所	研究員	陳翔捷
	研究員	陳國岳

肆、重點紀要

1. 示範計畫路線車輛有年營運里程 40,000 公里以上的要求，對應路線平假日服務班次數差異、車輛固定二級保養及不定期維護造成單一車

輛平均日行駛里程數減少，造成部分車輛日行駛班次數少於 6 趟次的情形。

2. 安康站位於供電瓶頸區，目前僅向台電申請 66KW 的日間契約容量(供應 1 組充電樁)，充電 1 小時約可補回 10~12% 電量；因目前採用電動車充電設施專用電價，排除夏月 16:00~22:00、非夏月 15:00~21:00 時段均為離峰電價。
3. 現況於夏季期間，因空調等設備耗電量增加，會對應班次調度由站務與駕駛(逐班手動登記使用量)依經驗判斷，必要時進行日間補電，避免收班時 SOC 低於 20~30%。
4. 現況採用之充電樁車樁比規劃為 1:1，在充電調度部分尚可因應，但未來若增加車隊規模，為滿足車輛夜間充電會需要站務人員進行調度，故若能夠有智慧充電排程系統輔助，應可協助站務人員執行勤務。
5. 目前因第一線人員作業習慣，派車憑單主要為紙本填寫，並未採數位化動態班表即時登錄，故車廠之充電管理系統雖有提供班表登錄功能，但實際作業上並未使用。故針對智慧充電排程管理需求，若建立預排班表(前一日)較為可行，但當日即時調度之動態班表，在作業上確有難度。
6. 客運業者於採購不同車輛業者/車款之車輛，因充電介面不一致，現況仍綁定車輛需配合專用充電樁，希望能提供客運業者因應改善做法，以降低充電樁及設置空間無效率的問題。

## 附錄四 客運業者拜訪交流會議-第 2 場(中興巴士)



附錄四 客運業者拜訪交流會議-第 2 場(中興巴士)

壹、時間：112 年 09 月 15 日(星期五)上午 10 時 00 分至 12 時 00 分

貳、地點：中興大業巴士股份有限公司 2 樓會議室

參、出席單位及人員：

記錄：袁堂耀

出席單位	職稱	簽名
中興大業巴士股份有限公司	董事長	呂奇龍
	副總經理	黃治淮
	經理	楊吉慶
	副課長	張偉倫
	副課長	陳永儒
	站長	陳星光
	襄理	甘杰
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	經理	曹晉瑜
	高級規劃師	廖建韋
	經理	曾依蘋
	規劃師	涂仁維
	助理規劃師	袁堂耀
新動智能股份有限公司	總經理	詹嘉文
交通部運輸研究所	研究員	陳翔捷
	研究員	陳國岳

肆、重點紀要

1. 智慧充電管理系統之使用回饋：中興董事長表達感謝運輸研究所及本計劃之垂青，得以與本計畫合作成為電動公車營運站之標竿，自導入本計畫建置之智慧充電管理系統後，得以改善並解決許多原存之實務上在電動公車電能補充遇到的困境與隱憂，例如契約電量之超額罰款、場站調度人力之負荷、人為操作之可能疏失等，並習得較順暢及有效率之電動公車調度管理及場域空間安排等。
2. 目前北士科站除了供電動車停放調度外，亦有 683、250、市民小巴 8 等路線之各 1 台柴油車停放。場站空間運用上，現場會將柴油車視為

已充飽電的電動車，將車輛安排於沒有充電樁之停車位。

3. 關於車輛建議之最低 SOC，會視各營運場站的實際調度情形而定，惟 SOC 為換算顯示資訊，隨車輛使用年期長會產生誤差，為避免車輛中途沒電而失去動力，建議 SOC 以 30% 為最低標準，會請駕駛於電量低於此數值時，就盡快回站充電。
4. 關於班表調整，業者每日會在當日發車前先預排，後續根據實際情況，以人工方式進行調整，回報調度站做更新(批次登錄)。營運路線之車隊數量配置與班次調度作業不會因柴油車轉換使用電動車後而改變，只會視路線長度的增減而有所調整，以維持原先的服務水準。
5. 後續若本計畫有資料索取之需求，業者可協助配合與提供。



## 附錄五 客運業者拜訪交流會議-第 3 場(中興巴士)



附錄五 客運業者拜訪交流會議-第 3 場(中興巴士)

壹、時間：112 年 10 月 27 日(星期五)上午 10 時 00 分至 12 時 00 分

貳、地點：中興大業巴士股份有限公司 2 樓會議室

參、出席單位及人員：

記錄：袁堂耀

出席單位	職稱	簽名
中興大業巴士股份有限公司	董事長	呂奇龍
	副總經理	黃治淮
	經理	楊吉慶
	副課長	陳永儒
斗立科技有限公司	經理	陳昱光
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	經理	曹晉瑜
	高級規劃師	廖建韋
	經理	曾依蘋
	規劃師	涂仁維
	助理規劃師	袁堂耀
新動智能股份有限公司	總經理	詹嘉文
交通部運輸研究所	研究員	陳翔捷
	研究員	陳國岳

肆、重點紀要

1. 現階段會配合時間電價調度車輛，盡量不會讓車輛在尖峰時間充電，並表示若尖離峰費率政策鬆綁，則調度會容易許多。業者亦於下周一和臺北市公共汽車客運商業同業公會赴台電開會，探討尖離峰充電費率議題。
2. 從自家開發的管理平台中，除了顯示各車輛 SOC 之趨勢，亦具備車輛憑單、數位行車紀錄器資料，並可由此三類資料數據之記錄，判斷車輛能耗情形是否由駕駛行為造成，亦或是電池老化造成。
3. 希望各場站之充電樁資料能整合於同一平台上，除了方便監控充電樁使用狀況，亦方便於車輛調度。



## 附錄六 客運業者拜訪交流會議-第 4 場(首都客運)



附錄六 客運業者拜訪交流會議-第 4 場(首都客運)

壹、時間：112 年 10 月 31 日(星期二)下午 14 時 00 分至 16 時 00 分

貳、地點：首都客運股份有限公司 8 樓會議室

參、出席單位及人員：

記錄：黃宜人

出席單位	職稱	簽名
首都客運股份有限公司 臺北汽車客運股份有限公司	總經理	李建文
	協理	呂燦亮
	協理	張世峰
	協理	許信和
	協理	邱俊永
	襄理	陳子榆
	襄理	陳志和
	副理	簡士荃
	副理	許俊忠
	課長	馮汝康
	專員	常舜璋
鼎漢國際工程顧問股份 有限公司	副董事長	林幸加
	經理	曹晉瑜
	高級規劃師	廖建韋
	經理	曾依蘋
新動智能股份有限公司	總經理	詹嘉文
工業技術研究院	管理師	巫文心
交通部運輸研究所	研究員	陳翔捷
	研究員	陳國岳

肆、重點紀要

- 關於車輛調度與充電時間的安排，由於車輛及電池皆為新購入之設備，因此目前調度員與站長於車輛行駛里程判斷及充電時程安排上以平均數據去判斷與分析，考量未來營運端有不同廠牌車輛間做營運上之

調度及長期車輛使用下電池及設備之衰退導致平均數據不盡相同無法準確規劃，若可透過儀表板管理對於客運業者將是一大助力。

2. 考量單獨建置監控儀表板會造成人力作業負擔提高，公司目前係將 SOC 資料與調度系統之整合，呈現發車時間、SOC 剩餘量、車輛位置、動態資料等相關資訊，亦建議研究單位在未來若是單獨與客運業者協同開發儀表板，能將與既有系統做結合納入考量。
3. 根據客運業者車輛故障之經驗，原因為車輛電池包內電池異常，目前客運業者針對電池健康度僅能夠呈現 SOC 剩餘量，每個電池包之細節狀況需藉由車輛業者提供。
4. 針對電池健康度議題，建議可詢問車輛業者關於電池狀態之預警方式及相關防範機制。



## 附錄七 計畫期中審查意見與辦理回覆表



附錄七 計畫期中審查意見與辦理回覆表

電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)  
-智慧充電管理系統實證  
期中報告審查意見回覆辦理情形

- 一、開會時間：112 年 9 月 26 日上午 10 時
- 二、開會地點：運研所 2 樓會議室
- 三、主持人：運研所王副所長穆衡 記錄 陳國岳
- 四、出席單位及人員：(略)。
- 五、主席致詞：(略)。
- 六、簡報：(略)。
- 七、審查意見：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
陳勁甫 委員	1. 報告書 3.1 建議國外 標竿案例整理部分 (P.39)，後續可針對 能對應國內電動公 車充電需求之功能 進行研析。	1. 感謝委員指導，國外標 竿案例部分，雖系統原 始架構多以小型車充 電管理出發，但本計畫 搜尋係以提供電動公 車/商用車車隊充電管 理增值功能之案例進 行整理，於期末報告 P.40~P.51 內容說明。	同意承辦單 位處理情形
	2. 報告書 3.1 的國外案 例 Amply power (P.48) 應另起一小 節。	2. 感謝委員指導，於期末 報告 P.49~P.51。	同意承辦單 位處理情形
	3. 報告書 3.2.2 短程補 電型充電示意圖 (P.58, 圖 3.2.4)建議 適當呈現所需充電 時間示意。	3. 感謝委員指導，於期末 報告內容 P.64~P.65 補 充說明。	同意承辦單 位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 建議報告書 4.1 中應就計畫系統加以說明並明確提出其主要功能與驗證目標、系統計算上限與限制條件等。	4. 本系統主要透過動態車機資料、即時場域資料及動態班表中的多項資訊，在有限的契約容量（限制條件 1）及用電尖離峰(限制條件 2)規則，及充電樁的功率限制下(限制條件 3)優先提高迫切需求車輛的充電功率，同時降低沒有迫切需求車輛的充電功率。透過本計畫研究，示範場域之契約容量可下降 50%，每日人為操作次數下降至 5%。本系統目前的單一站點數據傳輸量為 20MB/小時，推估車輛上限可為 250 台車。補充說明於 P.93、P.102。	同意承辦單位處理情形
	5. 報告書 4.1 請說明本計畫系統與國內示範型車廠之排程系統之差異與比較。	5. 感謝委員指導，於期末報告內容報告書 P.98 補充說明。	同意承辦單位處理情形
	6. 報告書 4.1 建議計畫系統之運算除考量客運業者營運特性外，亦可納入車廠電池的使用特性。	6. 團隊已與相關專業團隊合作，透過電化學分析充電過程中之電池變化，已初步分析出本示範場域中使用車輛之電池特性，並套用至智慧充電演算法中之	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		限制條件，當電池 soc<30% 或 soc>90%，系統將會自動降載至 0.3C 方式充電，經實驗證實可至少延長電池壽命 20%。相關內容更新於 P.101。	
盧宗成 委員	1. 建議執行報告中應多加說明系統驗證的情境設定，以及何謂最佳化的目標。	1. 感謝委員指導，本計畫系統以中興巴士北士科站為驗證場域，系統相關功能透過實作後證實可降低包括契約容量，人力配置及人力操作次數。未來可持續透過提升系統運作效能與最佳化進行加值。	同意承辦單位處理情形
	2. 執行報告中之公式 (p.66-67) 應先標示定義數學符號；並請詳細說明 T1~T4 圖 (p.69-72) 之內容。	2. 感謝委員指導，於期末報告內容增列 4.2.6 節說明。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議後續可思考計畫系統如何推廣；是否有通用模組可適用所有不同規模的業者？	3. 感謝委員指導，本系統已透過模組化開發軟體架構，預期可透過簡易的修改參數後，快速複製於不同場域。	同意承辦單位處理情形
童建強 委員	1. 建議計畫系統後續可思考模式複製及典範轉移。	1. 本計畫所使用之後台管理系統可與不同營運管理業者透過相同之 API 複製於不同的	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		場站，透過國際共通的通訊協定可達成跨車種、跨充電系統及跨營運管理平台等目標，未來可快速複製到各充電站。相關內容補充於P.71。	
	2. 建議計畫後續應加以考量安全議題，如場域安全監控等。	2. 本系統未來將可透過充電過程監控電池電壓及 SOC 變化，經過長時間監測可比對電池是否有異常現象，並定期提供客運業者相關鍵控報告，以利提早發現電池老化及失效風險。相關內容補充於P.101。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議執行成果如計畫系統優化等可設定量化指標。	3. 本計畫針對系統已可呈現相關成果，如：契約容量可下降 50%，每日人為操作次數下降至 5% 等。補充說明於P.102。	同意承辦單位處理情形
許進發 委員	1. 建議計畫後續可考量增加電池監控之功項。	1. 本系統未來將可透過充電過程監控電池電壓及 SOC 變化，經過長時間監測可比對電池是否有異常現象，並定期提供客運業者相	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
		關鍵控報告，以利提早發現電池老化及失效風險。相關內容補充於P.101。	
	2. 建議計畫後續可提供關於充電場站建置之相關建言。	2. 感謝委員指導，於期末報告 6.2 節補充客運業者充電規劃之相關說明。	同意承辦單位處理情形
公路總局 運輸組	1. 報告書 3.1(P.35-38) 列舉之 4 個國內案例中，僅車王電子為電動大客車充電系統，其餘均為電動小車或機車充電系統，建議確認該等系統是否可沿用至電動大客車並補充說明。	1. 感謝委員指導，除飛宏主要為配合各車廠之設備供應商，無開發電動大客車服務系統外，其餘包括車王電子、台達電、起而行(成立充電壩)均有電動大客車開發充電系統方向，相關內容已於期末報告 P.36~P.39 補充說明。	同意承辦單位處理情形
	2. 報告書 3.1 國外標竿案例(P.39-48)，建議再蒐集國外是否有公有(或共享)電動大客車充電站之管理系統以及其營運模式，可供未來國內發展公共電動大客車充電站之參考。	2. 感謝委員指導，於期末報告 P.52~P.54 補充目前蒐集到之公共充電站案例說明。	同意承辦單位處理情形
	3. 報告書 3.2.1(P.49)已說明「自 111 年起申請電動大客車示範計畫補助及 112 年開	3. 感謝委員指導，已微調文字說明於期末報告 P.58。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	始申請補助之車輛，則均需採用 CCS1 充電系統。」則該段第 1 句「國內並未針對電動大客車訂定專屬的充電介面規格……」相關文字仍否適用，建請確認。		
	4. 報告書圖 3.2.4 (P.58) 標題應為「長程充電型充電示意圖」。	4. 感謝委員指導，已更正誤植資訊於期末報告 P.65。	同意承辦單位處理情形
	5. 報告書 3.2.2 國內電動大客車充電系統使用議題中提及台電公司 111 年 5 月 31 日公布「電動車充換電設施電價」，加大尖離峰電價差異，採用後若未妥善排程，對於用電費用影響將更明顯等內容，惟該電價實施內容為擴大離峰時段，本局亦接獲業者回饋實施後將可提升充電彈性及車隊調派，爰本項措施實施所帶來之優點或衝擊，建議亦列為本案相關議題予以分析探討。	5. 感謝委員指導，擴大離峰時段確實可提升充電彈性與車隊調派，3.2.2 節所述部份主要係針對短程補電型業者有尖峰充電之必要，若未妥善排程，在尖峰時段充電的費用會大幅增加，同時增加電價方案選擇考量之論述，補充於 P.65~P.67。	同意承辦單位處理情形
	6. 報告書 4.1 計畫系統驗證選擇中興巴士	6. 本系統已成功應用於中興巴士集團北士科	同意承辦單位處理情形



與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	<p>北市科示範場域為案例，建議可再補充現場車輛充電運作情形、調度員如何依智慧充電排程進行車輛調度、對於路線營運有何幫助、業者端如何掌握該場域車輛充電資訊以及是否依各狀況建立充電 SOP 等內容。</p>	<p>站，該站為國內符合國際標準(CCS1)充電裝規模最大之電動大客車充電站，具有 27 樁充電樁(各 120KWh，一樁雙槍)、場站申請契約容量為 1,800 瓩，現況服務車輛數超過 64 輛車。</p> <p>在客運業者原始充電操作模式下，駕駛進站將充電槍插上後，於站務室通報完成程序同時回報電量需求，由站務員手動計算剩餘契約容量是否足夠與下達充電命令，夜間站務員亦疲於操作充電流程；充電判斷程序繁瑣，因站務員無相關技術及學理背景，經常錯誤操作充電功率導致超約罰款，亦非常有可能會降低電池使用壽命。</p> <p>透過智慧充電管理系統之服務，由系統自動化依車輛剩餘電量、出車順序及班次行駛需求，計算充電功率需求並下達充電命令，可達</p>	

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		<p>到質化與量化效益，補充說明於 P.101~P.102。</p> <p>(1)平順化充電、延長電池使用壽命，依場域案例車輛試算，可延長壽命 20% 以上。</p> <p>(2)協助客運業者降低場域契約容量申請量，依現況服務車隊規模，原申請契約容量 1,800 瓩可降為 900 瓩。</p>	
	7. 承上，智慧充電排程運作程序中，建議說明充電異常情形發生時之告警規劃及處置方式。	7. 本系統未來將可透過充電過程監控電池電壓及 SOC 變化，經過長時間監測可比對電池是否有異常現象，並定期提供客運業者相關鍵控報告，以利提早發現電池老化及失效風險。補充說明於 P.101。	同意承辦單位處理情形
	8. 簡報中提到有做動態班表的業者才能規劃智慧充電排程，但沒有動態班表的客運業者要如何因應，建議補充說明。	8. 感謝委員提醒，本團隊已與如首都客運無動態班表之業者提出免費協助開發動態憑單系統之服務，可加速業者投入之意願。另外，若無法使用動態班表，系統關於班表之參數將會自動移除，還是可以用基本模式進行充	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		電。補充說明於 P.94。	
公路總局 動態中心	1. 請問充電樁是否會有額定負荷量？是否需考量超載使用與否？	1. 感謝委員指教，充電樁皆有設定上限如 120kWh，可分配給兩槍使用，因此，同步啟動時，每一槍之上限皆會降為 60kWh，這些上限參數皆建構於系統後台，可於軟體端設定，因此不會超載。補充於 P.100。	同意承辦單位處理情形
	2. 請問計畫系統是否有不同充電模式可供選擇使用？	2. 感謝委員指教，本計畫目前充電模式僅有一種，但未來將依照資訊完整度提供不同之充電模式。補充說明於 P.96。	同意承辦單位處理情形
	3. 請問計畫系統預計何時會導入電巴數據平台之資訊使用？	3. 目前主要結合示範計畫客運業者資料作業，後續會依計畫擴大需求與業務單位討論確認。	同意承辦單位處理情形
	4. 請問電動巴士統計數量的根據？為何與平台搜集之數量有差距？	4. 電動巴士統計部份為掛牌中車輛數，平台蒐集資料為 109 年以後申請補助之車輛，另部份車輛掛牌後尚未申請檢核，故兩者就數量上有差距。	同意承辦單位處理情形
	5. 請問客運業者該如何配合產出動態班	5. 感謝委員提醒，本團隊已與如首都客運無動	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	表？	態班表之業者提出面費協助開發動態憑單系統之服務，可加速業者投入之意願。另外，若無法使用動態班表，系統關於班表之參數將會自動移除，還是可以用基本模式進行充電。補充說明於 P.91。	
	6. 請問如有電巴電池溫度過高的情形，應如何掌握？	6. 感謝委員提問，電巴溫度目前由車機資料撈取僅有平均溫度，但亦可作為簡易的判斷依據，過溫即使用電需求度高，系統也不會給予充電命令。補充說明於 P.85。	同意承辦單位處理情形
<b>運輸 資訊組 吳東凌 組長</b>	1. 肯定本計劃執行之效益，其不只是滿足並符合客運業者的排班需求，更提升優化業者用電效率及經濟效益、降低車樁比與人力成本等，加上客觀因素台灣是電動公車佔有率全球第二高，相信本案計畫相當具示範價值。	1. 感謝組長肯定，將會繼續加強計畫效益之彰顯。	同意承辦單位處理情形
	2. 後續還請計畫釐清何為最佳化排程。	2. 感謝組長提問，原定系統設計有最佳化排程等演算法，但實務面上	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
		與業者需求有異，將於計畫末提出與實務面上相符之演算法。	
主席結論	1. 嘉許計劃題目具前瞻性並付以期待，後續或許可提升以「充電場站智慧管理系統」為主題延展研究。	1. 感謝主席指導與嘉許，本計畫會持續探討相關議題，納入後續計畫推動參考。	同意承辦單位處理情形
	2. 後續還請於報告書中述明計畫系統所處之整體生態系與其居中扮演之角色、上下游位置與定位，以及限制為何。	2. 感謝委員指導，本計畫補充系統未來商業化後之生態系架構、上下游定位與關係於 P.102 圖 5.3.1。	同意承辦單位處理情形
	3. 計畫後續請再思考如何具備可複製性與可擴充性，以及是否可適於設計與規劃全新場站等價值創造與包裝。	3. 感謝主席指導，後續將會加強計畫效益之彰顯及持續探討延續計畫之主題與研究方向。	同意承辦單位處理情形
	4. 本案於期中審查的內容及進度符合整體合約規定，因此本次期中審查會議通過。	4. 謝謝主席及審查委員指導，將會繼續加速期末工作進行。	同意承辦單位處理情形



## **附錄八 計畫期末審查意見與辦理回覆表**





附錄八 計畫期末報告審查意見回覆辦理情形  
電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)  
-智慧充電管理系統實證  
期末報告審查意見回覆辦理情形

- 一、開會時間：112 年 12 月 22 日上午 9 時 30 分  
二、開會地點：運研所 2 樓會議室  
三、主持人：運研所王副所長穆衡  
四、出席單位及人員：(略)。  
五、主席致詞：(略)。  
六、簡報：(略)。  
七、審查意見：

記錄 陳國岳

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
鄭委員榮和	1. 摘要宜包含年度成果。	感謝委員建議，已於報告摘要與報告內容回顧補充前期計畫重要成果。	同意承辦單位處理情形
	2. 請說明 SOC 準確度對充電策略之影響。	感謝委員提問，本系統 SOC 主要來源有二，其一為車輛進站前透過車機拋傳後台平台所得，另一則是充電槍插上後由充電槍拋送 BMS 所得，此二資訊應皆為相同值，若有誤差，系統 15 秒刷新一次資訊，將採用最終 BMS 由充電樁傳出之資料作為計算依據。	同意承辦單位處理情形
	3. 請說明如果充電樁出現狀況如何影響演算法。	感謝委員提問，本系統之演算法每 15 秒計算一次最新的車位、充電功率及充電時間等命令，若系統出現異常或是充電樁臨時無法使用，皆可於 15 秒後獲得最新之充電命令，可馬上重新告知司機相關資訊，不會影響後續的排班調度。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 請說明本計畫之成果如何有效驗證。	感謝委員提問，本計畫所驗證之系統已於中興巴士北士科站進行超過三個月之實證，過程透過監控及收集資訊，已於後台建構大數據資料平台，相關應用成效也於本計畫期末報告書中透過效益間控介面，可觀察數月之變化輛，如：車輛數及車樁比已有增加、契約容量已下降 20%、人工操作趨近於 0% 等效益。	同意承辦單位處理情形
	5. P.85 T1 與 T2 如果遇到塞車狀況會如何影響演算法。	感謝委員提問，T1 及 T2 區段為該車於末站到充電站之時間差，路徑及交通狀況相對單純，對於演算法僅有些許之影響，但此系統每 15 秒刷新一次，可將其不預期之變數影響最小化。	同意承辦單位處理情形
	6. 目前已有多家公車營運業者引入電動巴士運行，請說明是否有掌握市場的趨勢與痛點。	本計畫藉由運研所相關計畫交流掌握資訊及本年度與兩家客運集團交流，對於電動大客車充電相關痛點議題及智慧充電市場發展趨勢已有相當程度之掌握，相關內容彙整於報告書 3.2.2 節。	同意承辦單位處理情形
	7. 請說明將來營運業者是否可互通充電設施。	感謝委員提問，政府已明定國內電動巴士將朝 CCS1+N 方式統一充電介面，因此，未來透過統一之充電介面不僅電動巴士可共用，電動物流車及私家車皆可共用充電系統。	同意承辦單位處理情形
	8. 是否有 APP 協助通知移車。	感謝委員提問，本系統已設定 line 通知功能，相關系統操作、充電程序及異常，使用者皆可依不同權限收受不同階層之資訊。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	9.建議可鏈結外交部作國際行銷推廣。	敬悉，本計畫成果於12月15日獲2024智慧城市創新應用獎，將於明年活動中展示與國內外單位交流；後續若外交部有合適國際行銷推廣活動邀約，本團隊亦可協調推廣。	同意承辦單位處理情形
陳委員勁甫	1.相關計畫成果彙整建議以圖表明確於報告書中補充。	感謝委員建議，已於報告修正內容中，輔以圖表方式彙整補充計畫成果說明。	同意承辦單位處理情形
	2.國內外案例之回顧除匯整各系統描述外，建議就案例內容提出充電系統發展之條件、功能或限制之建議。	<p>感謝委員建議，國內外案例資料主要透過公開資訊或業者交流蒐集，主要是掌握各系統發展特色、功能設計等，對照回饋本計畫發展系統發展方向，已於報告書3.1.4節補充案例資料之綜整性說明內容。</p> <p>國外案例針對智慧充電管理是以小型車為基礎、延伸大客車、物流車等車隊管理，故主要針對服務對象進行充電系統之功能開發設計，發展條件基礎與發展方向較為相近，另於個別系統納入技術整合之成果(如Vector發展營運前車內溫度調控功能、Siemens 提供遠端重啟設備排除功能、Viriciti 結合車隊管理進行車輛動態追蹤、Amplify Power 強化電網分配與不同電力來源的整合)。</p> <p>國內案例有提供電動大客車</p>	同意承辦單位處理情形

附 8-3

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		<p>專用之智慧充電管理系統，現況相關已提供靜態班表、固定級距充電功率等功能，滿足客運營運基本需求。</p> <p>(3)本計畫運用團隊技術整合以及示範對象之數位化能量，發展全時自動化充電監管、依需求彈性調配充電功率(非均流充電)及電池延壽充電模式等，更進一步服務客運充電營運調度需求。</p>	
	3. 本案係針對前期開發之系統進行優化與驗證，建議報告書中就本計畫優化之項目加強述明。	感謝委員建議，本系統已於計畫書中 4.1.1 及 4.1.2 節補充並強化說明本計畫優化及強化工項。	同意承辦單位處理情形
	4. 實例驗證之個案（中興巴士北士科站）營運描述應有明確說明，並提出相對應的限制條件。	感謝委員提問，本計畫之示範場域已透過智慧充電管理系統全自動充電，充電限制條件主要包含車輛電池種類、充電樁功率上限、契約容量及時間電價等限制條件。	同意承辦單位處理情形
	5. 系統排程績效建議除個案之績效外，宜提出以個案之條件下可服務之最大容量。	感謝委員建議，本系統目前受限於硬體配置，於系統服務最大量值設定為單一場域 100 台車。未來透過硬體升級將有望上看 200 台車。	同意承辦單位處理情形
童建強委員	1. 內容有亮點，對電動公車運行有所助益。	敬悉，本團隊會持續與運研所努力於第二年計畫再延伸滿足更多面向的需求。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	2. 建議報告要有系統性整理，對未來推動計畫有幫助。	感謝委員建議，會參考簡報呈現架構，調整報告呈現順序，進行系統性整理。	同意承辦單位處理情形
	3. 應納入妥善率，作為系統最佳化的評估要項。	感謝委員建議，本系統未來除了採用最佳化方法外，亦會將出班妥善率納入限制條件中。	同意承辦單位處理情形
	4. 預停區如何指示？	感謝委員提問，本系統已於示範場域中的入口處安裝 3X1.5m 之電子看板，顯示車位預排停車區之計算結果，司機透過電子看板於進站前可清楚知道該車所適合停放之停車區。	同意承辦單位處理情形
	5. 接下來這套系統如何擴大至其他場域？複製性？	感謝委員提問，本系統與營運廠商透過 API 方式對接充電及車輛資訊，系統面之接和將可不需考量公車業者、車輛種類、充電樁廠牌、營運管理商等限制，可快速複製於國內外各公共或私人充電場站。	同意承辦單位處理情形
許進發委員	1. 本案智慧充電管理系統實証分別由現況分析、系統驗證、政策輔佐及成果推廣均有充分展現成果，並且分析頗具參考價值，對未來推動智慧充電系統推廣立下完善基礎。	感謝委員認同，本團隊會持續與運研所努力於第二年計畫再延伸滿足更多面向的需求。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	2. 認可目前客運業者的痛點都有找到並改善。	感謝委員認同，本團隊會持續與運研所努力於第二年計畫再延伸滿足更多面向的需求。	同意承辦單位處理情形
	3. 請說明如何驗證電池壽命可延長 20%。	感謝委員提問，本系統配合工研院專業團隊，針對電動巴士充電過程進行一至兩個月之離線分析，透過電化學原理反推該車輛所採用之電池特性，將其特性套用至充電邏輯中，透過工研院團隊觀察電池老化程度後驗證可延長 20%。	同意承辦單位處理情形
	4. 驗證過程的困難如何解決？可記錄困難點，並針對其分析。	感謝委員提問，本系統於系統架構面主要需要三個重要資訊，包含車機資料、動態班表及充電場站資訊，三項皆需透過 API 方式進行串接。車機資料與車廠後端平台串接，動態班表則與客運業者後台串接，充電站資訊系統則透過營運管理商開放後端資訊及命令 API 權限並可順利執行充電服務，以上相關資訊架構及通訊格式皆有制定相關 SOP，未來可快速複製。而其中動態班表並非目前所有客運業者皆建置完成的系統，後續計畫如需跨業者驗證而遇沒有數位憑單的客運業者，則須另開發動態班表系統與相關表單等。	同意承辦單位處理情形
公共運輸 與監理司	1. 如果沒有動態班表的話，系統的效益會有什麼樣的落差？	感謝委員提問，本系統透過後台演算法自動下達充電命令及預排車位，動態班表主要影響演算法中的充電時間及下次服務里程預	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		估兩個參數，若無相關參數，系統還是可以如期運行，只是日間充電效益及稼動率會降低，不影響夜間充電。	
	2. 因為之前已經有建置一個電動大客車營運數據平台，為何本計畫報告書還說要再另建構一個車機雲端資訊平台？	敬悉運研所先前建置、後續移交公路局維運之電動大客車營運數據平台，主要目的為蒐集累積電動大客車之營運動靜態數據，做為補助查核、營運特性分析之基礎。 (2)本計畫示範場域因需掌握車輛進站前狀態，有資料即時性需求，故由客運業者車機儲存之資料庫另以 API 介接至智慧充電管理系統雲端平台，進行即時資料的運算判讀。	同意承辦單位處理情形
	3. 是否有機會去盤點充電樁之需求與供給的落差？	客運業者自柴油車轉換為電動車輛時，因應採購車輛型式、充電樁規格與功率、場域空間條件、契約容量限制、服務路線行駛班次數與里程需求...等，會影響充電樁設置數量與充電規劃，較難透過單一角度切入盤點充電樁數量需求與供給落差。 (2)過去充電樁設置採 1 樁 1 槍或 1 樁 2 槍，現況對應國內外技術已發展出 1 樁 4 槍甚至更多之大功率充電樁設施，後續在充電樁之需求建議以滿足充電調度之需求電量為主，而非滿足充電樁設置數量。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 請問如未來系統發展為公共充電站所用，將如何運作？	感謝委員提問，本系統可透過會員制，透過車牌辨識功能判斷使用車輛駛否為會員及開啟門禁，同時亦可對應知道該車輛之規格、電池度數及充電上限，自動判斷該車與其他正在充電車輛之需量排序及充電樁編號，動態調整充電功率。並以月結累積充電度數對會員業者進行收費。	同意承辦單位處理情形
公路局	1. 請教本案是如何導入北士科的。	感謝委員提問，本系統屬於雲端系統，透過架設在雲端平台資料庫，涵蓋車機資料、動態班表及場域資料三項即時資訊，後台演算法可於遠端進行資料判讀及下達命令，上述皆可透過 API 進行串接，未來亦可用同樣方式拓展相關場域。	同意承辦單位處理情形
	2. 請教使用端（客運業者）是要怎麼操作本案建置之系統。	感謝委員提問，本計畫所使用之系統已進入全自動化充電服務，站務員僅需登入後將自動模式開啟，系統將 24 小時全自動判斷充電機制，無須人力調度及調控。	同意承辦單位處理情形
	3. 關於電池安全性之議題，例如電池如突然升溫，系統是否可通報？	感謝委員提問，充電安全性是目前大家所關注的議題，本計畫所使用之系統未來可納入電池溫度及電壓電流變化等監控，異常時可即時通報管理單位進行預防性作業。	同意承辦單位處理情形
	4. 建議審慎思考是否需要針對特定業者作與本系統之比較。	感謝委員建議，本系統目前於市面上僅有一家廠商宣稱有相關功能，計畫內礙於突破性、創新性及實用性需進行探討。因此，比照國	同意承辦單位處理情形



與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		外相關案例比較表，表列相關收集及業者回饋資訊進行比較，無特定目的。	
	5. 針對電動大客車營運數據健康管理平台的資料，公路局在 11 月份已經有同意運研所可以去使用這個平台，只是本計畫的執行需求是另一特殊情況。	感謝貴局補充說明，平台可取得之歷史資料，主要提供運研所相關計畫做為能耗與營運特性分析基礎；本計畫示範場域因需掌握車輛進站前狀態，有資料即時性需求，故由客運業者車機儲存之資料庫另以 API 介接。	同意承辦單位處理情形
首都客運	1. 首都目前有 200 多輛的電動公車，公司車隊有 1/3 都是電動車，不過本案議題剛開始研究時我們並未有 CCS1 規格的充電設備能夠配合本計畫導入，而現在首都使用之 60 多樁都已陸續改成 CCS1 系統，希望將來也有機會配合本計畫。	感謝表達合作意願，會再與運研所研商後續計畫成果推廣擴充方向。	同意承辦單位處理情形
中興大業巴士	1. 關於電池老化問題也是業者	感謝委員建議，目前團隊已著手進行開發電池老化監控技術，未	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	比較關心的點，希望將來可以納入智慧充電管理系統的數據分析資料中，以解決客運業者調度會面臨的問題。	來預期或可提供客運業者電池老化之分析參考資料。	
	2. 目前中興有使用快充部分之車樁比已達 1:7~1:8，因此我們更需要本系統之充電排程系統，都是以人腦運算是蠻大的負荷。	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形
	3. 目前有用成運與總盈的車，但他們各自快充模式的效能與需求時間都不盡相同，加上未來場站會愈來愈受到限制而須減少樁的配比，所以未來智慧排程需要可跨樁跨車管理，這對我們來講確實是會有蠻大效用的。	感謝委員之肯定與期許，會再與運研所研商後續計畫成果執行擴充方向。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 未來汐止站會有多種不同的電動車與不同的充電樁混合，如果未來能夠有本系統套用至該場站，那會對我們很有幫助，因為之前與研究團隊做過多次意見交流，本計畫之整套系統與運算條件對業者的需求意見有很高的採納與考量，因此我認為將來此系統能對客運業者帶來很大幫助。	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形
	5. 另外想回應關於妥善率之議題，以我們使用者經驗而言此計畫之智慧排程系統即是有很好對應並改善妥善率問題。這邊很榮幸就剛好可以參加到這次驗證的場域的一個機	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	<p>會，那也讓我們學習非常多的部分，那我這邊就使用者心得做一個簡單的分享：8月之前，我們還沒有這套系統的時候，其實各家的充電樁他都會附一個管理軟體，那都只是一個簡單、基本的監控功能。</p> <p>那我們會遇到的問題就是在於說在於台電的饋線量會不夠，所以在每個場站像以北士科為例，我們必須就每個樁的功率是120kW，考量每個樁的稼動率如果都同時滿載的時候，整場可能需要的容量，導致說我在充電的時候就必須要人工去做計算，在這個時間點</p>		

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	<p>同時開了這麼多隻樁的時候，會不會超過 100% 的契約上限。因為如果超過台電的契約容量，它的罰款的金額是非常的可觀的。</p> <p>所以剛好有機會藉由本計畫導入此智慧排程的部分，它可以透過我們的電池目前設定的 SOC (我們的每台電車目前的電池的都是 248 度) 保持一定的電量，其實在營運上來講，它的妥善率是沒有問題的，並不會因為說因為沒有充飽到 100% 的電，導致這一個班次會去受到影響。這個智慧排程它會看我們車輛的電池剩餘電量的部分，算</p>		

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	出我們這一趟出去還需要補多少的電，第一個可以讓我的車輛順利的出去之外，它也可以在有效地分配到這些電流的時候，自動判斷該給哪一輛車急需補電；哪一輛車可以不需要補電。		
	6. 所以其實我們在使用這套系統之後，我們會發現北士科的契約容量不需要申請到原先這麼多，那我就可以做成本的降低。	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形
	7. 電動車的電價尖峰時間3點到9點，這個時段電費是比較高的，那也可以透過這個系統去幫我做個限制，它可以自動去做這段時間的充電需求判斷。	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	就是說我司機回來之後把槍插了他就可以不用管了，因為會有電腦去做判斷：這些時間需不需要補電，需要充多少電等，避免在尖峰時間非必要地使用到一些高度數的電，因為尖峰時間的電費大概是比離峰還高了4倍這樣。		
	8. 再來因為其實在我們目前所使用的電池都是我們集團自己所打造的，所以如同剛剛所說的，我們其實對於電池的壽命也是非常的在意，所以我們有發現到在我們之前還沒用這套系統的時候，充電的電流他就是比較直接的，你一充下	感謝委員肯定。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	<p>去它就用你目前最高功率120kW開始，如果是兩支槍一起分，那就大家平均就是60kW，並且不會去判斷其他的一些條件，只有頂多在95%接近滿電的時候，會開始給予下降電流，那是一個車上保護機制。而這套系統使用上確實會依照我們的要求，如餘電量在30%以下不會馬上大功率充電。所以我們自己在觀察電池的壽命是有保持健康程度。</p> <p>（車輛大概是200台從兩年前開始陸續投入營運）</p>		
大南汽車	1. 大南客運是使用華德的車與充電系統，他們的充電系統很	感謝委員分享資訊。	同意承辦單位處理情形



與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	單純就是第一步先把電充到70%，然後就涓流充到100%，然後不超過最大契約容量，就以上3條件。		
	2. 並且我們使用華德系統的經驗，是沒有辦法避免不使用拍卡充電，而且不知道這個充電系統它是不是有一些安全性的考量？它有時會在還沒100%的時候強制停止。我想建議研究團隊可以針對這個狀況研究，因為未來如果共用而產生了這種情形；不管是任何哪一家系統或充電樁會有這個情況產生，突然間沒到100就停止充電，那可能等於發車的時候不到100	感謝委員提問，拍卡充電在目前本計畫充電管系統操作為不必要行為，本系統為可全自動充電。一般電池SOC非絕對值，系統在判斷停止充電時主要是接收到BMS給予停止充電命令時才會做動，因此建議與原廠BMS溝通進行電池檢測。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	% 電量甚至更低，可能只有 50 %，那就會有安全性問題。		
	3. 另外實際遇到的問題就是我們在充電的時候發現充電系統告訴我們已達 100%，駕駛去開車的時候卻只有 70%。那我們得到華德的回應是說：因為電池電力它是流動的。當然我們也是就只能接受，那當然有些時候它是顯示充到 100% 的時候就真的是 100%，可是前述情況是有時候真的會確實發生。	感謝委員分享，此情況非常態，建議與原廠再進行溝通討論。	同意承辦單位處理情形
	4. 再來就是我們已經全部都是用華德車充，但是華德充電樁跟華德的車就有時會無法對接，華德自己的	感謝委員提問，此問題建議與原廠溝通改善，CCS1 系統為國際通訊協定，不應發生這種案例，於韌體端皆可排除。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	<p>樁跟車都已經有這個問題，未來共用有沒有可能這方面的問題會更可怕，那車跟樁沒有辦法溝通，就是它們無法直接對接的問題？</p>		
<p><b>運輸資訊組</b> <b>吳東凌組長</b></p>	<p>1. 本計畫啟動緣由是在好幾年前我們就開始啟動協助推動電動大客車的政策，所以我們在一開始規劃的時候，就去收集全臺灣私立公車的停車場跟他的停車格位，發現這停車場大多是集中的情形，這以前柴油車的時候都不是問題，可是電車的時候這個就是大問題，就會讓台電的饋線負載過大；以及土地面積分配的問題，再來就是充電</p>	<p>敬悉，本計畫之發展基礎條件係為客運業者在逐步導入電動大客車之過程中，面對場域條件限制、充電營運調度限制與電力負載限制等情況下，如何透過軟體自動化控制的角度，協助客運業者於轉換過程中降低營運限制與困難度。</p>	<p>同意承辦單位處理情形</p>

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	跟加油時間差很多，那再來就是車輛的形態與規格不一的問題，以上在規劃推動策略的時候，我們就發現這個計畫其實有相當多的挑戰性，因為並不是公路局編預算就可以直接換買電動公車就好。其實電動大客車車輛數一多，問題就會慢慢的浮現。		
	2. 所以一開始我們就在溝通共通標準，不然 1 萬多輛車與充電樁沒有辦法共用，是很慘、很可怕的事情。所以這幾年我們一步步開始在解決這個充電議題，將來就是要跨場站跨系統，甚至於未來我們可以跟小車共用平台，	感謝運研所投入，本計畫所使用之系統之所以可以跨站點、跨系統、跨車種服務便是基於統一充電介面之架構上才能順利發展。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	這是我們的我們的願景，不過其實還是要講這個沒有那麼簡單，每一關都是挑戰，光在了解客運業者需求那邊，我們就花了很多力氣。		
	3. 另外我覺得優化還有一段路要走，將來我們想做到跨場站都不一定可以開通台電的用電申請，那怎麼辦？客運業者是一個比較辛苦的傳統產業，人員管理不是很方便。	敬悉，本計畫 2/2 期將會開發跨站充電及共享充電服務機制，於用電壓力區達到有車皆有電之終極目標。	同意承辦單位處理情形
	4. 希望經濟部可以把關車子的安全議題，我們今年甚至窮盡蠻荒之力，把所有的資料整個翻過一次，還找了電化學的專家來開了兩場座談會，我們交通部真的沒有	敬悉，本計畫其一價值即為可優化充電策略，協助依剩餘電量多寡彈性控制充電功率，使充電過程盡可能維持電池健康度，延長電池壽命。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	辦法去預防車子會起火的問題，因為我們看不到電池裡面每個電池芯的溫度。所以請託經濟部，管轄車廠一定要要求車廠把這個問題解決掉，千萬不要讓這種事情在國內發生，因為國外發生很多次了（大陸一天到晚在燒，很可怕）		
主席結論	1. 須從第一期的研究經驗跟成就，延續到第二期要做的重點，思考在哪些方面應加入一些什麼樣的觀察與觀點，那啟動第二期時就不是一個獨立的課題。它會從今天一直延續下去，會發覺其實我們已經解決一些問題，那我們還有一些更	感謝主席建議，本團隊會持續與運研所努力於第二年計畫再延伸滿足更多面向的需求。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位 審查意見
	挑戰的課題就再慢慢理解。		
	2. 希望計畫團隊思考如何將這樣的研究成果擴散出去，期許對於整個產業能夠有更進一步的具體貢獻的方式。	敬悉主席期許，本團隊會持續與運研所努力於第二年計畫再延伸滿足更多面向的需求。	同意承辦單位處理情形
	3. 本計畫經徵詢各審查委員與與會單位之意見，期末報告審查通過，請計畫團隊強化報告書尤其是摘要部分之成果補充，後續依本所出版品印製相關規定修訂期末報告定稿。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

