

114-040-5530  
MOTC-IOT-110-IDB011

# 電動大客車智慧充電示範計畫(1/2) -示範系統規劃

著者：張念慈、洪翊軒、林幸加、詹嘉文、朱高弘、巫文心、  
曹晉瑜、陳瑄易、董又銘、廖建韋、黃品慈、吳東凌、  
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示範計畫. (1/2), 示範系統  
規劃 / 張念慈, 洪翊軒, 林幸加, 詹嘉文, 朱  
高弘, 巫文心, 曹晉瑜, 陳瑄易, 董又銘, 廖建  
韋, 黃品慈, 吳東凌, 陳國岳. -- 初版. -- 臺  
北市 : 交通部運輸研究所, 民 114. 12

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-729-4(平裝)

1. CST: 電動車 2. CST: 電力工程 3. CST: 大眾  
運輸工具 4. CST: 運輸管理

447.21

114017818

電動大客車智慧充電示範計畫(1/2)-示範系統規劃

著 者：張念慈、洪翊軒、林幸加、詹嘉文、朱高弘、巫文心、曹晉瑜、  
陳瑄易、董又銘、廖建韋、黃品慈、吳東凌、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：390 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：1011401544 ISBN 978-986-531-729-4 (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示範計畫(1/2)-示範系統規劃			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-729-4 (平裝)	政府出版品統一編號 1011401544	運輸研究所出版品編號 114-040-5530	計畫編號 110-IDB011
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：洪翊軒、林幸加、詹嘉文、朱高弘、巫文心、曹晉瑜、陳瑄易、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 110 年 09 月  至 111 年 04 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： <p>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全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。</p> <p>本計畫預設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。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 12 月	336	390	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 Demonstration Project (1/2) Demonstration System Planning			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-729-4 ( pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011401544	IOT SERIAL NUMBER 114-040-5530	PROJECT NUMBER 110-IDB011
DIVISION: Transportation Information & Technology Division DIVISION DIRECTOR: Yi-Cheng Zhang 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 September 2021 TO April 2022
RESEARCH AGENCY: THI Consultants inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Po-Chun Chen PROJECT STAFF: Hsin-Chia Lin, Pei-Chang Wen, Yen-Ching Sung, Chin-Yu Tsao, Chien-Wei Liao, Pin-Tzu Huang ADDRESS: 5F, No. 130, Sungshan Rd., Taipei, Taiwan, ROC, 11090 PHONE: +886-2-27488822			
KEYWORDS: Electric Bus; Smart Charging; Demonstration Project; Optimal Charging Schedule			
ABSTRACT:  <p>To encourage the application of electric buses in passenger transportation industry, the Ministry of Transportation and Communications has been providing relevant subsidies (including demonstration projects and general projects) since 2019. However, with facing the scenario of adoptiry of electric buses in the fleet, charging becomes an issue. Due to limitations in parking space, passenger transportation companies currently set up charging stations with one charging gun for each bus, which makes it difficult to match the charging requirement and operating schedules for some buses, thus affecting the operation of the efficiency companies. Therefore, based on the efficient resources utilization and controlling operation costs, It is important to keep a reasonable ratio of electric buses to charging stations, improving fleet utilization rates, and monitoring the information of each vehicle in the fleet.</p> <p>This project aims to explore the optimal charging schedule for a electric bus fleet which is concentrated at designated locations for charging, taking into account of grid regulation, charging equipment installation, and efficiencies, after utilization full-scale adoption of electric buses in passenger transportation industry.</p>			
DATE OF PUBLICATION  December 2025	NUMBER OF PAGES  336	PRICE  390	
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
1.2 計畫目的與推動目標.....	1-3
1.3 計畫範圍與對象.....	1-5
1.4 計畫內容與工作項目.....	1-6
1.4.1 全程計畫之計畫概要.....	1-7
1.4.2 第一年期計畫之工作項目.....	1-8
1.5 計畫時程與執行情形.....	1-10
1.5.1 第一年期計畫之推進時程.....	1-10
1.5.2 課題分析與因應對策.....	1-13
1.5.3 推動方法與執行步驟.....	1-14
第二章 國內電動大客車充電系統發展潛力分析 .....	2-1
2.1 全球電動大客車充電系統概況.....	2-1
2.1.1 國內外電動大客車充電系統發展脈絡 .....	2-1
2.1.2 國內外電動大客車智慧充電技術演進 .....	2-5
2.1.3 國內外電動大客車充電系統趨勢小結 .....	2-33
2.2 國內外電動車充電設備相關補助作法.....	2-34
2.3 國內現有電動大客車充電系統使用狀況掌握.....	2-41
2.3.1 國內電動大客車充電系統使用現況 .....	2-41
2.3.2 國內電動大客車充電系統使用議題 .....	2-46
2.3.3 示範計畫電動大客車執行情形.....	2-51

2.4 電動大客車智慧充電系統發展潛力分析 .....	2-54
第三章 推動國內大客車統一充電介面-導入 CCS.....	3-1
3.1 推動統一充電介面規格.....	3-1
3.1.1 各種直流充電設備規格比較 .....	3-1
3.1.2 電動大客車充電規格統一的選擇 .....	3-11
3.2 推動電動大客車導入 CCS 的政策建議 .....	3-13
第四章 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃 .....	4-1
4.1 電動大客車智慧充電管理系統示範場域之時程規劃 .....	4-1
4.2 電動大客車智慧充電示範實行場域評估與選址 .....	4-4
4.2.1 研擬示範實行場域評選辦法與依據 .....	4-4
4.2.2 示範實行場域評選程序.....	4-5
4.2.3 智慧充電管理系統示範場域選址.....	4-20
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
第五章 電動大客車智慧充電管理系統示範場域基礎建置 .....	5-1
5.1 智慧充電管理系統示範場域-北士科場站基礎建置 .....	5-1
5.1.1 示範場域基礎資訊與後續作業排程規劃.....	5-1
5.1.2 示範場域電動大客車停車位與充電設備配置.....	5-3
5.1.3 智慧充電管理系統示範場域-客運路線營運資訊.....	5-4
5.2 充電場域最適化分析軟體規劃建置 .....	5-7
5.2.1 客運業者需求與輸出入參數掌握.....	5-7

5.2.2 充電場域建置成本優化分析.....	5-10
5.3 充電最佳化排程控制設計 .....	5-37
5.3.1 輸出入參數設計.....	5-37
5.3.2 動態充電排程優先權計算.....	5-42
5.3.3 智慧充電排程整體系統設計.....	5-52
5.3.4 充電樁功率分配設計.....	5-56
5.4 人機介面與功能設計 .....	5-70
5.4.1 類商業化之人機介面.....	5-70
5.4.2 人機介面設置.....	5-73
5.5 計畫軟體/系統平台等資運軟體設備建置或增修開發費用估算 .	5-86
第六章 結論與建議 .....	6-1
6.1 結論.....	6-1
6.2 建議.....	6-5

## 參考文獻

附錄一 訪談欣欣客運會議紀錄

附錄二 訪談國光客運會議紀錄

附錄三 訪談中興集團會議紀錄

附錄四 充電設備商交流會議紀錄

附錄五 智慧充電示範計畫專家座談會會議紀錄

附錄六 期中報告審查意見回覆辦理情形紀錄

附錄七 公共智慧充電示範場域規劃推動地方政府說明會

附錄八 計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會

附錄九 計畫重要成果海報

附錄十. 計畫期末報告審查意見回覆辦理情形

附錄十一 計畫成果簡報

## 表 目 錄

表 1.5-1 本計畫交流論壇、座談會或工作坊初步考量邀集對象列表	1-28
表 2.1-1 充電介面規格-交流充電比較表	2-2
表 2.1-2 充電介面規格-直流充電比較表	2-3
表 2.1-3 最佳化智慧排程充電策略	2-31
表 2.1-4 國外智慧充電應用案例彙整	2-31
表 2.1-5 國內智慧充電應用案例彙整	2-32
表 2.2-1 電動車充電設備補助相關內容	2-34
表 2.2-2 日本中央政府補助制度	2-36
表 2.2-3 中國各地方充電樁補貼政策	2-37
表 2.3-1 不同充電系統之導入狀況	2-44
表 2.3-2 不同電動大客車電池容量及其車樁比	2-48
表 2.3-3 示範計畫車輛業者資格申請之廠商名單	2-52
表 2.3-4 通過 110 年示範計畫路線營運申請之單位及路線	2-53
表 2.4-1 國內電動大客車智慧充電技術發展 SWOT 分析	2-56
表 3.1-1 CCS、GB/T 及 CHAdeMO 比較表	3-2
表 4.1-1 智慧充電管理系統示範場域規劃與建置之時程表	4-1
表 4.2-1 示範場域遴選評估表	4-4
表 4.2-2 國內電動大客車業者 CCS1 整備情形與其客運客戶	4-6
表 4.2-3 國內已導入電動大客車之客運業者訪談紀錄	4-6
表 4.2-4 備選示範場域綜整資料	4-14
表 4.2-5 示範場域申請評分級距表	4-20
表 4.2-6 中興巴士集團北士科站評估	4-22

表 4.3-1 充電設備商交流會議意見綜整 .....	4-25
表 4.3-2 智慧充電示範計畫專家座談會意見綜整 .....	4-26
表 4.3-3 地方政府說明會交流說明會意見綜整 .....	4-29
表 5.1-1 智慧充電管理系統示範場域後續作業排程規劃 .....	5-1
表 5.1-2 智慧充電管理系統示範場域路線營運資訊 .....	5-5
表 5.2-1 最優化充電排程策略之考量參數 .....	5-7
表 5.2-2 公共充電站場域充電排程初步解決方案 .....	5-8
表 5.2-3 公共充電站場域充電排程方案二對應之參數列表 .....	5-9
表 5.2-4 公共充電站場域充電排程方案三對應之參數列表 .....	5-9
表 5.2-5 公共充電站場域充電排程方案四對應之參數列表 .....	5-9
表 5.2-6 參數定義表 .....	5-13
表 5.3-1 最佳化充電排程班表設計參數定義表 .....	5-40
表 5.3-2 最佳化充電排程班表設計演算法執行結果表 .....	5-40
表 5.3-3 電動公車優先權評估矩陣定義 .....	5-43
表 5.3-4 電動公車評估指標表 .....	5-44
表 5.4-1 最佳化充電場域與其相關領域文獻回顧表 .....	5-72
表 5.5-1 智慧排程系統建置經費估算表 .....	5-86

# 圖 目 錄

圖 1.5.1 計畫時程甘特圖 .....	1-10
圖 1.5.2 業者訪談與建置策略歸納圖.....	1-19
圖 1.5.3 場域最適化分析軟體步驟說明圖.....	1-21
圖 1.5.4 非線性規劃求解流程圖.....	1-24
圖 1.5.5 平台架構圖..	1-25
圖 1.5.6 車上駕駛使用者介面.....	1-26
圖 2.1.1 SAE J3105/1 電動大客車自動充電系統圖.....	2-4
圖 2.1.2 SAE J3105/2 電動大客車自動充電系統圖.....	2-4
圖 2.1.3 SAE J3105/3 電動大客車自動充電系統圖.....	2-5
圖 2.1.4 智慧充電應用對電網之靈活度 .....	2-6
圖 2.1.5 雙向控制充電示意圖 .....	2-7
圖 2.1.6 V2G 電力系統之應用 .....	2-9
圖 2.1.7 V2X 技術示意圖.....	2-10
圖 2.1.8 全球最大市場 PEV 的年度銷售額(2011-2020 年) .....	2-11
圖 2.1.9 中國、歐洲和美國之間的 PEV 市場百分比 .....	2-12
圖 2.1.10 EVS-FMC .....	2-14
圖 2.1.11 Driivz 推出之電動汽車充電和能源管理解決方案.....	2-18
圖 2.1.12 Bosch 推出之智慧充電管理系統.....	2-19
圖 2.2.13 智慧充電降低用電峰值與貨幣市場最佳化的影響關係 ....	2-19
圖 2.1.14 德國 VECTOR 推出之 vCharM 充電管理系統 .....	2-20
圖 2.1.15 德國 VECTOR 之智慧負載管理系統 .....	2-21
圖 2.1.16 Virta 智慧充電服務示意圖.....	2-22

圖 2.1.17 德國 Siemens 公司之整合解決方案服務 .....	2-23
圖 2.1.18 德國 Siemens 公司之充電站雲端服務 .....	2-23
圖 2.1.19 ViriCiti 智慧充電監控.....	2-24
圖 2.1.20 Charging-as-a-Service(CaaS)平台服務 .....	2-25
圖 2.1.21 國家電網-河南省電力公司之智慧充電樁 .....	2-26
圖 2.1.22 車王電子充電管理系統 .....	2-26
圖 2.1.23 車王電子電池能源管理系統 .....	2-27
圖 2.1.24 台達之電動車充電解決方案 .....	2-28
圖 2.1.25 起而行與合作團隊聯合開發之智慧能源調度管理系統 ....	2-29
圖 2.1.26 飛宏電動車充電軟體解決方案 .....	2-30
圖 2.2.1 美國就業計畫電動車相關政策重點 .....	2-35
圖 2.3.1 現有充電技術分類圖 .....	2-41
圖 2.3.2 不同充電型式與充電介面規格對應圖 .....	2-42
圖 2.3.3 國內各車廠電動大客車數量 .....	2-43
圖 2.3.4 國內可設置充電站之調度站圖 .....	2-47
圖 2.3.5 短程補電型充電示意圖 .....	2-49
圖 2.3.6 短程補電型充電示意圖 .....	2-50
圖 2.3.7 不同輔助服務之系統調頻時間及反應時間 .....	2-51
圖 2.3.8 示範計畫車輛業者資格申請流程 .....	2-53
圖 3.1.1 國際電動車充電規格使用分佈圖 .....	3-5
圖 3.1.2 歐盟電動車輛充電使用規格標示圖 .....	3-6
圖 3.1.3 印度電動車輛充電使用規格標示圖 .....	3-6
圖 3.1.4 紐澳電動車輛充電使用規格標示圖 .....	3-7



圖 3.1.5 韓國和新加坡電動車輛充電使用規格標示圖 .....	3-7
圖 3.1.6 歐美電動大客車廠使用 CCS 充電示例組圖 .....	3-8
圖 3.1.7 泰國電動車充電工業標準圖 .....	3-10
圖 3.1.8 泰國電動車充電工業標準圖 .....	3-10
圖 4.2.1 欣欣客運路線行控圖 .....	4-7
圖 4.2.2 欣欣客運-飛宏充電樁及配電圖 .....	4-8
圖 4.2.3 華德儲能櫃及配電圖 .....	4-9
圖 4.2.4 深坑站智慧充電控制平台圖 .....	4-10
圖 4.2.5 國光客運五股站-飛宏 180kw 快充充電樁圖 .....	4-11
圖 4.2.6 國光客運車輛三個充電孔圖 .....	4-11
圖 4.2.7 國光客運-成運車輛聯網圖 .....	4-12
圖 4.2.8 國光客運-充電流程及安全防護圖 .....	4-12
圖 4.2.9 臺北市「行一大客車停車場」現場圖 .....	4-15
圖 4.2.10 臺北市「行一大客車停車場」位置圖 .....	4-15
圖 4.2.11 桃園國際機場第二航廈停車場現場圖 .....	4-17
圖 4.2.12 中興巴士集團北士科站現場 .....	4-18
圖 5.1.1 智慧充電管理系統示範場域位址 .....	5-2
圖 5.1.2 智慧充電管理系統示範場域運行車輛規格 .....	5-2
圖 5.1.3 智慧充電管理系統示範場域配置 .....	5-3
圖 5.1.4 智慧充電管理系統示範場域充電設備 .....	5-4
圖 5.1.5 智慧充電管理系統示範場域路線營運資訊 .....	5-6
圖 5.2.1 規劃載具動態運行於充電場域設計流程圖 .....	5-10
圖 5.2.2 最佳化決策架構數學模型圖 .....	5-12

圖 5.2.3 服務流程分析架構 .....	5-15
圖 5.2.4 蜂窩式迴圈收尋架構 .....	5-16
圖 5.2.5 需求 1 全域搜尋圖 .....	5-17
圖 5.2.6 需求 2 全域搜尋圖 .....	5-17
圖 5.2.7 充電樁數量影響係數 .....	5-18
圖 5.2.8 需求 3 全域搜尋圖 .....	5-19
圖 5.2.9 不同功率充電樁數量影響係數 .....	5-19
圖 5.2.10 需求 4 全域搜尋圖 .....	5-20
圖 5.2.11 需求 5 全域搜尋圖 .....	5-21
圖 5.2.12 需求 6 全域搜尋圖 .....	5-22
圖 5.2.13 需求 7 全域搜尋圖 .....	5-23
圖 5.2.14 需求 8 全域搜尋圖 .....	5-24
圖 5.2.15 需求 9 全域搜尋圖 .....	5-25
圖 5.1.16 全域搜尋圖 .....	5-26
圖 5.1.17 固定投資金額下充電樁設置數量與剩餘金額關係圖 ...	5-28
圖 5.2.18 固定投資金額與已知超快充數量，快充數量三維圖 .....	5-28
圖 5.2.19 固定投資金額與已知、超快充數量下，慢充數量三維圖 .	5-29
圖 5.2.20 已知投資金額與超快充數量，快充數量三維圖(含私業) .	5-29
圖 5.2.21 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(90mins) .....	5-30
圖 5.2.22 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(120mins) .....	5-30
圖 5.2.23 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(240mins) .....	5-31
圖 5.2.24 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(300mins) .....	5-31
圖 5.2.25 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(間 90mins) ...	5-32

圖 5.2.26 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(120mins)	..... 5-32
圖 5.2.27 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(240mins)	..... 5-33
圖 5.2.28 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(300mins)	..... 5-33
圖 5.2.29 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(360kW)	..... 5-34
圖 5.2.30 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(800kW)	..... 5-34
圖 5.2.31 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(1150kW)	..... 5-35
圖 5.2.32 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(1800kW)	..... 5-35
圖 5.2.33 變動投資金額下，不同快慢充電樁數與剩餘金額關係圖	.. 5-36
圖 5.2.34 不同快慢充電樁數與變動回收年限關係圖	..... 5-36
圖 5.3.1 最佳化充電排程班表示意圖	..... 5-37
圖 5.3.2 $M1, M2$ 採用函數圖	..... 5-38
圖 5.3.3 $M3$ 採用函數	..... 5-39
圖 5.3.4 最佳化充電排程班表設計演算法模擬結果圖	..... 5-41
圖 5.3.5 計算電動公車充電優先權之流程圖	..... 5-42
圖 5.3.6 基於熵權法排序計算電動公車權重之流程圖	..... 5-46
圖 5.3.7 動態充電排程優先權計算之操作動作 1 示意圖	..... 5-49
圖 5.3.8 動態充電排程優先權計算之操作動作 2 示意圖	..... 5-49
圖 5.3.9 動態充電排程優先權計算之操作動作 3 示意圖	..... 5-50
圖 5.3.10 動態充電排程優先權計算之操作動作 4 示意圖	..... 5-50
圖 5.3.11 動態充電排程優先權計算之操作動作 5 示意圖	..... 5-51
圖 5.3.12 動態充電排程優先權計算之操作動作 6 示意圖	..... 5-51
圖 5.3.13 智慧充電排程服務系統架構圖	..... 5-52
圖 5.3.14 充電樁時程表結果圖	..... 5-55

圖 5.3.15 智慧充電排程系統流程圖 .....	5-56
圖 5.3.16 T1~T4時期公車①~⑧分布圖 .....	5-57
圖 5.3.17 T1~T4時期公車①~⑧的優先權長條圖 .....	5-57
圖 5.3.18 T1~T4時期公車①~⑧的排序圖 .....	5-58
圖 5.3.19 T1~T4時期功率分配圖 .....	5-58
圖 5.3.20 預估完成時間及預估候補時間圖 .....	5-59
圖 5.3.21 智慧充電排程服務系統圖 .....	5-60
圖 5.3.22 智慧充電排程服務系統架構圖 .....	5-61
圖 5.3.23 整體流程架構圖 .....	5-62
圖 5.3.24 電動公車單程距離示意 .....	5-63
圖 5.3.25 電動公車運行流程分析 .....	5-63
圖 5.3.26 智慧排程充電狀態電子看板 .....	5-68
圖 5.4.1 人機介面 GUI APP 介面圖 .....	5-74
圖 5.4.2 公車參數設定對話視窗 .....	5-74
圖 5.4.3 充電樁設定對話視窗圖 .....	5-75
圖 5.4.4 電池設定對話視窗圖 .....	5-76
圖 5.4.5 限制條件設定對話視窗圖 .....	5-76
圖 5.4.6 班表設計對話視窗 .....	5-77
圖 5.4.7 最佳化項目對話視窗 .....	5-77
圖 5.4.8 最佳化項目對話視窗的評估充電樁數量按鈕彈跳視窗 .....	5-78
圖 5.4.9 人機介面後台計算流程示意圖 .....	5-78
圖 5.4.10 智慧排程後台管理操作介面(平台設定畫面) .....	5-79
圖 5.4.11 智慧排程後台管理操作介面(車輛設定畫面) .....	5-80

圖 5.4.12 智慧排程後台管理操作介面(新增及編輯車輛畫面) ..... 5-80

圖 5.4.13 智慧排程後台管理操作介面(充電站設定畫面) ..... 5-81

圖 5.4.14 智慧排程後台管理操作介面(充電車位設定及狀態顯示畫面)  
..... 5-81

圖 5.4.15 智慧排程後台管理操作介面(編輯充電車位畫面) ..... 5-82

圖 5.4.16 智慧排程後台管理操作介面(充電狀態搜尋及命令控制) .. 5-82

圖 5.4.17 智慧排程後台管理操作介面(班表上傳及設定畫面) ..... 5-83

圖 5.4.18 智慧排程後台管理操作介面(權限設定畫面) ..... 5-83

圖 5.4.19 智慧排程司機端應用程式(進佔中狀態顯示) ..... 5-84

圖 5.4.20 智慧排程司機端應用程式(充電中狀態顯示) ..... 5-85

圖 5.4.21 智慧排程司機端應用程式(服務中狀態顯示) ..... 5-85



# 第一章 緒論

## 1.1 計畫背景分析

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，將現行將近 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「智慧電動大客車 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，預估計畫完成後，可達成高品質電動大客車國產化目標。

對於國內各客運業者來說，導入電動大客車，除駕駛員需熟悉與傳統大客車的性能差異，和客運業者也應該適應傳統大客車和電動大客車的不同，逐步調整營運方式外；為支援電動大客車的運作所需建立的充電設備和車隊充電排程是另一項攸關投資和營運績效的關鍵因素；目前欠缺相關數據，故交通部運輸研究所(以下簡稱本所)透過本計畫進行研究和分析。

## 1.2 計畫目的與推動目標

### 1. 計畫目的及重要性

依據交通部公路局資料自民國 101 年至 111 年 3 月止，我國電動大客車掛牌數累計達 912 部，目前國內各客運業者所引進電動大客車，多使用一般傳導式充電，充電站透過充電連接器連接電動大客車充電；由於各客運業者的電動大客車車數不多，所以目前大多採用隔夜充電方式補充電能，再加上安排行駛特定路線，所以使用上並無太大問題。一旦車隊全面改換成電動大客車後，則應考慮下列衍生議題

#### (1) 統一充電介面：

為降低維護成本，並方便充電站的調度使用，車隊的電動大客車應使用單一充電介面，雖然政策已經推薦國內電動大客車採用 CCS 規格充電，但由於國內仍無任何客運業者具使用經驗，在未來導入使用時，是否會產生問題，應預先解析。

#### (2) 合理的車樁比：

客運業者於自有場域為自有的電動大客車充電，但由於停車場的空間和其他條件限制，再加上充電站設置費用不低；顯然充電站設置數量需經過詳細的評估。

#### (3) 智慧充電排程：

車隊全面電動化後，由於車輛數增多、停車位有限和電網饋線容量等，皆會影響電能補充的條件限制外，其他如契約容量限制等因素亦會直接影響業者營運，因此車隊需要基於車輛行駛排程，來考量探討場站之智慧充電排程。

### 2. 計畫目標

基於上述車隊全面改換成電動大客車的衍生議題，歸納本計畫主要目標任務如下：

#### (1) 提供交通部關於電動大客車車隊 CCS 充電設備設置建議：

針對導入 CCS 規格之充電系統可能遭遇問題、克服方式與預期效益進行分析，預先提出對策。



(2) 優化電動大客車車隊充電設備設置規劃策略：

檢討國內現有電動大客車充電系統之使用狀況並解析國際電動大客車智慧充電技術發展，總結適用於國內電動大客車隊的智慧充電需求。針對客運業者進行實際場站智慧充電評估分析，提供最佳車樁比規劃，並進行模擬演練與相關充電設施介接展示。

(3) 電動大客車智慧能源調度平台建置：

訪談客運業者，蒐集車隊路線、調度排程和操作現況資訊，並探詢國內充電業者相關介面與資訊傳輸規格，以歸納出符合客運業者電動大客車場站之充電控制和管理相關需求。而後規劃並建置一通用之電動大客車智慧能源調度平台，於軟體中加入智慧排程、電網饋線容量控制和最佳化電量管理等功能，以滿足電動大客車車隊站之需求。

- ① 發展多能源充電最優化演算軟體，鼓勵業者應用，實踐電動大客車車隊運行之智慧能源調度應用。
- ② 進行電動大客車營運數據匯流平台資料傳輸與蒐集分析作業精進，提升數據蒐集效率與品質。
- ③ 透過數據分析，解析故障原因，以提高車輛的妥善率與用電效率。

3. 推動方向

(1) 提供交通部關於電動大客車車隊 CCS 充電設備設置建議：

- ① 規劃引導客運業者投入電動大客車車隊 CCS 智慧充電運行和驗證。
- ② 透過實際 CCS 智慧充電數據分析，解析遭遇問題與設備故障原因，以提高車輛的妥善率與用電效率。

(2) 優化電動大客車車隊充電設備設置規劃策略：

- ① 協助潛在電動大客車示範計畫申請團隊，加速評估作業與建立合適導入之案例。
- ② 透過電動大客車車隊運行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。

(3) 電動大客車智慧能源調度平台建置：

- ① 發展多能源充電最優化演算軟體，鼓勵業者應用，實踐電動大客車車隊運行之智慧能源調度應用。
- ② 進行電動大客車營運數據匯流平台資料傳輸與蒐集分析作業精進，提升數據蒐集效率與品質。

## 1.3 計畫範圍與對象

### 1. 計畫範圍

目前國內客運業者多使用安裝在各自場域的充電樁，以隔夜充電方式為電動大客車充電，並於次日執行例行性運輸任務前完成充電，此種充電方式，在目前電動大客車數有限的條件下，尚可正常運作。但是，全面使用電動大客車後，面對數量龐大車輛的充電需求，客運業者勢必得考慮成本精算的挑戰，如下則為本計畫歸納出之電動大客車場站建置與營運考量要點：

- (1) 充電規格的統一：為簡化充電設備的管理、使用和維護，車隊的所有電動大客車應儘可能使用相同的充電規格。
- (2) 制定合理的車樁比：目前採用的電動大客車：充電站=1:1 的設定不合理，徒增加充電設施投資成本，也易造成充電樁的閒置。
- (3) 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。
- (4) 安全的充電管理並降低充電成本；由於電動大客車充電時需消耗大量電力，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，客運業者應該尋求建立完備的充電管理系統，以確保充電的安全並降低充電成本。

針對上述問題，因此本計畫的研究範圍設定為如下：

- (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) 解析符合國家標準的電動車 DC 直流充電規格使用於電動大客車的適用性和可能發生問題，並提出後續推動建議和作法。
- (3) 依據(1)和(2)研擬電動大客車智慧充電管理系統基本功能，至少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、充電安全等規劃。

### 2. 計畫對象

本計畫的研究對象為符合未來全面電動化之大客車運作和充電需求的最佳設置規劃與智慧充電排程系統之電動大客車智慧充電示範場域，此示範場域將結合車隊之靜態數據和動態數據分析，例如公車路線，次日計劃或動態

能源定價等，借助動態負載平衡，乃可歸納出優化之充電時間表，使電動公車能夠按出發時間準時充足電等客運場站需求。

## 1.4 計畫內容與工作項目

### 1.4.1 全程計畫之計畫概要

1. 第一年期（110 年）：電動大客車智慧充電示範計畫(1/2) -示範系統規劃
  - (1) 完成國內外電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧，並分析我國發展電動大客車智慧充電之優劣勢。
  - (2) 協助符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統的導入，包括完成相關公、私部門訪談、可能遭遇問題分析，以及協助交通部研提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略。
  - (3) 完成電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置，包括訪談六都交通局與有使用電動大客車之客運業者(至少 2 家)配合本計畫之意願、示範場域建置地點之建議，以及相關充電設備、充電排程、智慧充電功能、基本電力需求、充電安全、逐年建置時程等之規劃與基礎建置。
  - (4) 完成電動大客車相關補助政策及客運業者經營管理相關建議之滾動檢討，並辦理完成至少 2 場計畫成果交流宣導活動。
2. 第二年期（111 年）：電動大客車智慧充電示範計畫(2/2) -示範系統建置、效益評估與推廣
  - (1) 持續協助導入符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統，並完成前期計畫所提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略的滾動檢討修正。
  - (2) 完成電動大客車智慧充電管理系統示範場域建置，包括提供至少 2 座符合國家充電標準之智慧充電設備、完成電動大客車智慧充電測試與系統調整作業，以及示範場域充電作業全紀錄蒐集。
  - (3) 研提完成整體電力使用效率最佳化之車隊充電規劃方案，包括在滿足電動大客車正常營運前提下，整合電動大客車智慧充電管理系統與客運業者車輛班表。
  - (4) 完成電動大客車導入智慧充電之各項數據分析與評估，包括充電績效、全生命週期成本效益分析、車輛能源效率、系統可靠度等議題分析，並研提電動大客車補助政策滾動調整之建議。

- (5) 研提完成電動大客車智慧化能源調度策略(V2G)以及多能源電力(例如綠能/儲能)充電策略，並評估其效益與可行性。
- (6) 完成本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會至少 1 篇。

#### 1.4.2 第一年期計畫之工作項目

1. 電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧
  - (1) 蒐集並檢討國內現有電動大客車充電系統之使用狀況與問題。
  - (2) 蒐集國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢、國際標準與各國採用情況。
  - (3) 透過 SWOT 分析我國發展電動大客車智慧充電之優劣勢。
2. 協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統
  - (1) 訪談經濟部工業局、臺灣電力公司、有使用電動大客車之客運業者(至少 2 家)以及國內電動大客車充電器業者。
  - (2) 針對導入符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統可能遭遇問題、克服方式與預期效益進行分析。
  - (3) 協助交通部研提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略，其內容應包括現有營運中與未來後續採購之電動大客車不同狀況，研擬不同推動策略方案。
3. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置
  - (1) 訪談六都交通局與有使用電動大客車之客運業者(至少 2 家)，瞭解各地區推動電動大客車智慧充電管理系統示範場域之環境條件與配合本計畫之意願，並研提本計畫示範場域建置地點之建議。
  - (2) 考量客運業者停車空間與營運調度需求、臺灣電力公司之電力供應、費率等條件，研擬電動大客車智慧充電管理系統基本功能，至少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、充電安全等規劃，以及後續示範場域逐年建置時程規劃。
  - (3) 依據上述 3.之(2)示範場域逐年建置時程規劃方案，進行第一年基礎建置作業。

#### 4. 計畫成果推廣

- (1) 配合智慧充電相關方案成果，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。
  - (2) 辦理至少 2 場計畫成果交流宣導活動及相關會議，並配合出席計畫成果宣導活動及相關會議，說明示範計畫構想，並就示範場域與基礎設施規劃等相關議題進行交流。
  - (3) 針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。
5. 本期計畫驗收時，須提供計畫軟體/系統平台等資訊軟體設備建置或增修開發費用。
6. 將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會至少 1 篇。

## 1.5 計畫時程與執行情形

### 1.5.1 第一年期計畫之推進時程

#### 1. 計畫時程甘特圖

工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月
1. 電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧							
(1) 蒐集並檢討國內現有電動大客車充電系統之使用狀況與問題。							
(2) 蒐集國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢、國際標準與各國採用情況							
(3) 透過 SWOT 分析我國發展電動大客車智慧充電之優劣勢							
2. 協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統							
(1) 訪談經濟部工業局、台灣電力公司、有使用電動大客車之客運業者(至少 2 家)以及國內電動大客車充電器業者。							
(2) 針對導入符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統可能遭遇問題、克服方式與預期效益進行分析							
(3) 協助交通部研提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略，研擬不同推動策略方案							

資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.1 計畫時程甘特圖



工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月
3. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置							
(1) 訪談六都交通局與有使用電動大客車之客運業者(至少 2 家),瞭解各地區推動電動大客車智慧充電管理系統示範場域之環境條件與配合本計畫之意願,並研提本計畫示範場域建置地點之建議。							
(2) 考量客運業者停車空間與營運調度需求、台灣電力公司之電力供應、費率等條件,研擬電動大客車智慧充電管理系統基本功能,至少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、充電安全等規劃,以及後續示範場域逐年建置時程規劃。							
(3) 依據上述 3.之(2)示範場域逐年建置時程規劃方案,進行第一年基礎建置作業							

資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.1 計畫時程甘特圖(續 1)

工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月
4. 計畫成果推廣							
(1) 配合智慧充電相關方案成果，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。							
(2) 辦理至少 2 場計畫成果交流宣導活動及相關會議，並配合出席計畫成果宣導活動及相關會議，說明示範計畫構想，並就示範場域與基礎設施規劃等相關議題進行交流。							
(3) 針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。							
5. 計畫軟體/系統平台等資訊軟體設備建置或增修開發費用估算							
6. 將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會至少 1 篇							
工作進度百分比（累積數）	14	28	42	56	70	84	100

資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.1 計畫時程甘特圖(續 2)

## 2. 計畫查核點與完成時間

- (1) 第 1 季：2021 年 12 月 27 日提送期中報告；2022 年 2 月 11 日期中審查會議通過。
- (2) 第 2 季：2022 年 3 月 15 日提送期末報告初稿。
- (3) 第 3 季：2022 年 4 月 30 日前提送期末修正定稿。

## 1.5.2 課題分析與因應對策

### 1. 智慧充電系統導入場域之代表性與推動

#### (1) 【課題分析】：

由於本計畫主要欲探討導入智慧充電系統對於生命週期成本影響評估，目前國內尚缺乏電動大客車智慧充電系統導入場域與實績，故示範場域是否能夠提供代表性案例以及推動是否順利，將影響本工項執行成效的關鍵。

#### (2) 【因應對策】：

##### ① 密集溝通產業加速促成推動

目前工研院已於民國 109 年 9 月 28 日串聯產、官、研界，集結 50 餘家廠商，共組「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」，有利於蒐集整合各界相關意見資源與產業鏈結，規劃建立電動大客車智慧充電系統。

##### ② 促進國內充電智慧化技術研發與實證測試

本計畫將積極交流媒合國內充電廠商、客運業者，加速充電國家標準與智慧充電示範場域之規劃與導入進程。

##### ③ 評估智慧充電示範場域之類型特性

以國內電動大客車現況特性與實務使用，仍以市區公車為主要場域環境，但在車輛廠牌、電池容量、充電模式、路線里程、營運班次數等，因應業者個別路線營運需求而有所不同；本計畫將蒐集目前電動大客車營運監控管理平台之導入業者車輛、營運特性等類型，對應參與導入充電國家標準之業者，評估建議導入智慧充電系統之洽談業者與場域類型，盡量降低導入前後之參數變因，集中在智慧充電系統對車輛電能管理與營運成本效益之影響探討。

### 2. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置

#### (1) 【課題分析】：

##### ① 程式版本的相容性及擴充性

##### ② 使用者介面的顯示彈性：

顯示螢幕的尺寸隨著平板的推陳出新而改變，除了大小不同，顯示比例從 4：3、16：9、16：10 等皆有，而在平台畫面的顯示上，也會隨著管理者使用的裝置而有所不同。

(2) 【因應對策】：

①程式版本的相容性及擴充性：

本計畫的因應對策即盡可能的將不同作用的程式分層撰寫，保有各自的獨立性，並透過 API、DLL、Web Socket 等方式進行溝通。此舉雖然增加開發上的複雜度，但卻大大提高了程式的可讀性、擴充便利性，可為後續平台擴充提供較為彈性的作法。

②使用者介面的顯示彈性：

為了克服多屏顯示的問題，本計畫在平台上採用 RWD 響應式網頁技術來解決 PC、手機、平板上多屏尺寸的問題，在 APP 上則採用多組介面配置的開發來降低不同螢幕大小的影響。

### 1.5.3 推動方法與執行步驟

#### 1. 計畫推動方法

(1) 電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧

本計畫透過蒐集國內現有電動大客車充電系統使用狀況與問題，以及國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢，掌握目前國內充電站建置、充電規格、用電費率、供電穩定性、國際間智慧充電技術發展程度等議題探討，進而分析國內電動大客車智慧充電系統的發展潛力。

① 蒐集國內外電動大客車智慧充電系統發展趨勢：

本計畫蒐集國內外電動大客車智慧充電相關文獻資料與實際案例，藉以了解現階段智慧充電系統的發展趨勢、國際標準與各國採用情況。

② 國內電動大客車智慧充電系統現況分析與面臨課題：

除交通部運輸研究所（2020）前期計畫中所蒐集掌握之現況課題外，本計畫配合訪談有使用電動大客車之客運業者執行經驗，進一步掌握彙整現況充電系統使用經驗與遭遇困難之回饋。

### ③ 電動大客車智慧充電系統發展潛力分析：

本計畫透過市場潛力分析-SWOT Analysis，分析國內電動大客車智慧充電系統發展之優勢、劣勢、機會及威脅，藉以掌握電動大客車智慧充電系統現況問題及所面臨課題，並思考如何善用優勢、停止劣勢、成就機會及抵禦威脅。後續以計畫蒐集之資料來進行分析探討，掌握發展潛力與關鍵課題，作為智慧充電系統示範計畫導入之執行方向基礎。

#### (2) 協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統

國際標準中所列的電動車直流充電規格有四種，包括北美推薦使用的「CCS 1」；歐洲主推的「CCS 2」；日本發展的「CHAdeMo」；中國大陸的「GB/T」。台灣則因為政策未定，四種充電規格並存使用，影響業者設置直流充電樁意願，導致充電設施嚴重不足。

工研院聯合國內產官研近 50 餘家廠商代表組成「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」，凝聚產業共識，並與政府部會密切配合，以輔導業者轉換充電規格，以降低客運業者導入充電上的限制及增加政府端設置公共充電設施的發展性。

因此本計畫透過參與此聯盟之討論與運作，以訪談臺灣相關產官研單位，並針對導入符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統可能遭遇問題、克服方式與預期效益來進行分析。進而協助交通部研提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略，其內容應包括現有營運中與未來後續採購之電動大客車不同狀況，研擬不同推動策略方案。

#### (3) 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置

電動大客車智慧充電管理系統可以優化客運業者的電動大客車車隊充電，降低營運成本，因此本計畫解析智慧充電管理系統需求，並依據需求發展軟體。

電動大客車智慧充電管理系統的規劃，將考量下列參數：

- ①基礎設施：電網饋線容量限制
- ②車輛：電池容量、SOC、電池允許最大充電功率
- ③充電器：充電站最大充電功率

④排程：電動大客車開始出勤時間，以及預計連續行駛時間。

⑤路線：特定區域的路線長度

⑥電網價成本：每日尖/離峰電價成本(元/kWh)、季節性電價差異。

上述參數透過實際訪談使用電動大客車之客運業者予以確認，以符合業者需求。

## 2. 計畫執行步驟

### (1) 電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧

#### ①國內現有電動大客車充電系統之使用狀況與問題

##### A. 調查目前國內建置電動大客車充電站設置狀況

依據交通部運輸研究所前期計畫(109 年)，綜合客運業者訪談結果，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多建置在工業區或郊區。而客運業者在申請於調度站轉換設置充電樁時，因土地使用限制造成申請轉換上的種種不便，即使後續充電樁建置完成後，鑒於台灣電力公司用電限制，以及供電不足時的相關限制用電政策，將影響到充電樁的供電穩定性。

##### B. 調查充電規格共用議題

相較於其他電動運具（電動機車、電動汽車）可自行建置充電樁，雖然客運業者可於自用的調度場站設置充電樁，但(直流)充電規格未統一，可能造成各家電動大客車車廠生產車輛搭配的充電設施介面不同，導致客運業者使用不同車廠的車輛面臨無法兼容充電的問題，嚴重影響電動大客車車隊的充電管理。

##### C. 調查用電成本與供電穩定性議題

目前政府正全力推動國內大客車全面電動化客運業者也正在探索對應車隊調度的充電模式隨著車輛數的擴增，維持目前的充電方式將會大幅增加電網負荷，加重人力負擔且增加電力設施設置成本。而充電方式與電動大客車所配置電池容量有關。

採用電池容量適中的電動大客車，由於所配置的電池容量不足以支應一日的運行需求，所以每日需進行數次充電，此種補電方式因為在用電尖峰時段進行，較高的用電費用支出對於客運業者不小的負擔。但是，由於國內積極擴建再生能源，未來的用電尖/離峰時段或將變動，進而翻轉用電成本。

如果採用配置高容量電池的電動大客車，每日僅需充電 1~2 次，此種充電方式多於夜間進行，主要是考慮離峰電價費率較低，可降低充電費支出；惟若未來大部份的電動大客車皆使用離峰充電模式，容易超出區域電網的電力供應，可能造成區域電網超載影響供電穩定。

## ②國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢概況

### A. 蒐集智慧充電技術發展趨勢

目前全球電動運具 (Electric Mobility, E-Mobility) 的數量正在迅速成長，根據德國太陽能與氫研究中心的數據，截至 2019 年初，全球已有 560 萬輛電動運具。其中美國與中國是最大的市場，分別占 110 萬與 260 萬。如果從 2040 年開始因政策限制僅能售出電動運具，依據試算，至 2050 年全球將有超過 10 億輛電動運具上路，伴隨的充電需求將會是重大問題。

依循我國大客車全面電動化的政策發展方針，2030 年預計逾 16,000 輛柴油大客車將轉為電動大客車，若客運站或調度站維持傳統充電模式進行大規模車輛充電，則必定超出區域電網負荷，針對上述問題，國外目前的最佳解決方案是導入電動車智慧充電管理系統進行充電管理。其特點為：在有限的電力供應中，或區域電網之契約容量不易擴充的限制條件下，透過充電管理系統進行輸配電控制和充電樁的管理，以容納更多的充電設施，並對整體電力供應提供削峰填谷的作用，維持用電之供需平衡。

### B. 調查國際標準之充電規格介紹

目前國際間發展出的通訊協議技術已可滿足電動車智慧充電排程的功能應用，但隨著特定充電服務項目的擴充，其通訊協議也

變得更加複雜以至於與其他廠商做出區隔。另外，完善的充電基礎建設是加速電動車普及化的關鍵因素之一，因此公共充電站應該採用國際市場主流的充電規格為主，才可進一步增進充電設備的使用率，也更方便不同廠牌的電動車充電。

### C. 電動大客車智慧充電系統發展潛力分析

依據蒐集之國內產業現況條件，解析產業的優/劣勢，如優勢為國內充電系統技術發展成熟並已行銷國內外市場，劣勢為國內電動車市場經濟規模不大，難以降低電動車相關設備（如充電樁）之生產成本等相關因素，併因應國際趨勢之對應的機會與威脅，整理分析成 SWOT 分析表。

#### (2) 協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統

##### ① 蒐集符合國際主流規格與國家標準之充電系統

國際間使用的充電介面四個主流規格分別為直流 Type AA（即日規 CHAdeMo）、Type BB（即中國大陸規格 GB/T），交直流複合 Type EE（即 CCS1）與 Type FF（即 CCS2），另外，各充電介面在對應的通訊協議與功率輸出亦多有差異。

##### ② 參與「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」運作

藉由參與由工研院、裕電能源、拓連科技、台達電子、華城電機、飛宏科技、起而行綠能等近 50 家廠商成立之「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」的相關會議，蒐集資訊並討論以推動建議電動車公共充電站的充電介面統一。現依據聯盟會員共識，建議臺灣電動大客車日後充電規格採用 CCS (Combined Charging System) 達成充電規格的統一及增加政府端設置公共充電設施的發展性。

#### (3) 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置

##### ① 業者訪談與建置策略歸納



此工作項目分為三階段進行，階段一為業者訪談與資訊蒐集；會分為兩方面蒐集資料，除了與至少兩家客運業者進行訪談，亦蒐集國內外相關場域設置規範與文獻。階段二為建置策略歸納，階段三為組織參考與軟體建置依據，如圖 1.5.2 業者訪談與建置策略歸納圖，分述如下：



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.2 業者訪談與建置策略歸納圖

A. 階段一：業者訪談

探詢至少兩家國內指標並欲建置充電場域之客運業者，以業務/行政及工程技術兩面向進行訪談，分別對公司之業務/行政部門主管進行需求了解。探詢項目包含：

- 巴士維運成本：了解車隊如何進行維護與運行；相關之成本；以作為後續估算投資充電設備回本時間參考。
- 電動大客車採購：了解欲採購之數量；客運業者與製造廠商之關係；政府補助之金額；以評估投資成本。

- c. 台電輸配電計價與契約容量：須了解願意與台電簽訂之契約容量及可接受之計價標準為何？此會影響演算法中建置充電樁及可同時充電之數量，亦影響成本甚鉅。
- d. 預計場域大小與位置：可先期了解廠家欲規劃之場地大小，是否適合台電輸配電？另可初步評估車隊排程與進出場域動線為何？以作為後續設計軟體限制條件。
- e. 營收項目：在不涉入商業機密下，可透過業者列舉營收部分(乘車費、廣告置入費等)，加入投資成本之回本計算。

#### B. 階段二：建置策略歸納

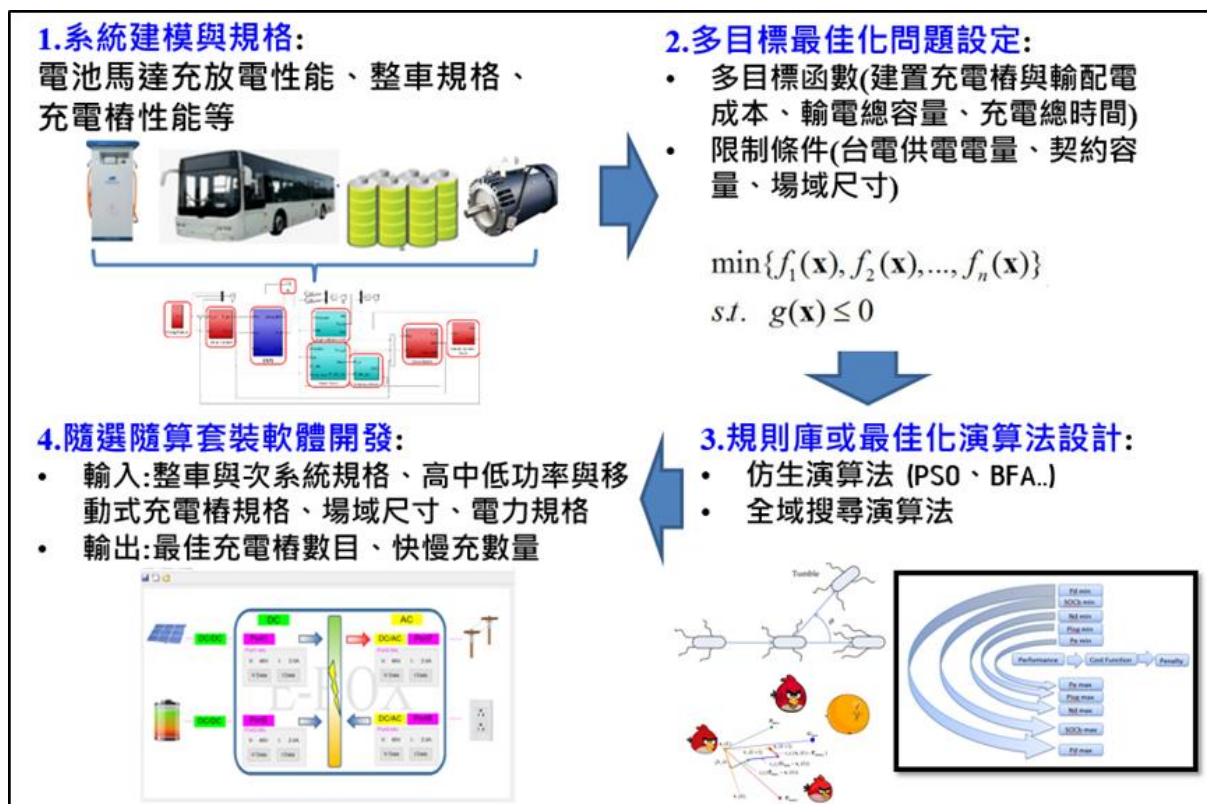
目前初步了解，鮮少針對場域大小或客觀的環境條件，訂定設立充電設備之規範。此部分持續會透過國際文獻、IEEE 相關規範、SAE 標準、工業技術研究院、車輛測試研究中心等研究單位，進行資料搜尋。搜尋範圍包含：充電樁設置電力基礎需求、電巴充電契約容量之規範、充電電費計價標準、場域與設備之安全規範、場域動線規範等。充電場域建置規範與策略：將可融合國內外法人經驗、SAE 與 IEEE 亦或歐盟等組織規範、國內車輛研究法人之資訊等，進行規範與設計策略之統合。

#### C. 階段三：組織參考與軟體建置依據

由階段二之工作項目產出之報告書，可提供公部門如：交通部、各縣市政府單位、經濟部工業局或技術處等單位進行設計場域參考與後續訂定政策參考。同時，亦可提供報告書供客運業者或場域建置廠商參照施工。最後，會將規範設為限制條件，融入在場域設計之優化軟體中。

#### ② 電動大客車車隊充電設備設置最優化估算策略設計與演算軟體開發

本年度雛型軟體之建置，可協助公部門或客運業者，透過軟體分析，獲取優化之場域建置建議。預計分為四階段。第一為系統建模與規格；第二為多目標最佳化問題設定；第三為規則庫或最佳化演算法設計；第四為隨選隨算雛型軟體開發，如圖 1.5.3 場域最適化分析軟體步驟說明圖，執行步驟說明如下：



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.3 場域最適化分析軟體步驟說明圖

#### A.階段一：系統建模與規格

第一部份先了解場域中之電動大客車規格為何?包含車重、馬達規格、電池型態與規格等，以利後續分析發展。另一部分為場域硬體建置，如：電網輸配電之效率、不同充電樁在不同功率下之效率。之後可透過控制導向（Control-oriented）模型。將整體場域及車輛建模或做規格分類，以提供優化問題分析。

#### B.階段二：多目標最佳化問題設定

場域之優化有多個面向，包含：

- 建置成本最小化：含輸配電系統、充電樁設置等硬體成本。
- 充電樁數最少：分析可供全時電動大客車充電之最少充電樁數目，包括快充、慢充、移動式充電機組等。
- 總契約容量或總電價最小化：分析場域業主要與台電簽訂之總契約容量，或者後續充電之總電價如何最小化。

- d. 投資回收期間最短：此部分除考慮場域建置成本外，另需加入客運業者營運之預估收入、電動大客車之維運、部件耗損、充電費用、人事費用等，以得到相關結果。

#### C. 階段三：規則庫或最佳化演算法設計

有幾類方式可進行場域優化計算。最簡化且最有效率者為規則庫(Rule-Based 演算法)；透過階段一.系統建模與規格，首先可將訪談與文獻所收集之資料與規範，寫成”if…then…else”形式，或者是流程圖。當輸入相關輸入條件後，系統便可透過流程判別優化之充電樁數目；第二種可考慮者為仿生演化法，仿生演化可即時(Real-time)進行最佳解之搜尋，目前常用者為粒子群演算法(Particle Swarm Optimization, PSO)、細菌覓食法(Bacterial Foraging Algorithm, BFA)、人工蜂群演算法(Artificial Bee Colony, ABC)等。可高效率找出最近似最佳化之解，然需注意防止落入局部最佳解(Local Optimization)。第三種可考慮全域搜尋法(Global Search Method)，步驟為：

- a. 找出系統之間函數：如階段一中充電樁對台電輸配電之要求與契約容量、快慢充不同功率之效率、充電稼動率對電巴數量與簡化排程之關係等。
- b. 離散化 (Discretization) 控制變數：若控制變數為充電樁個數與電動大客車數量，則可找出所需求充電樁與電動大客車之最大最小值，再切割為步進數(如充電樁每次加一、電巴每次加一)。
- c. 訂定最佳化函數，選擇需求最佳化之參數，如成本最小化、回收期程，或複合式函數。
- d. For 迴圈全域搜尋：透過迴圈找出最佳解。透過以上三類演算法，可求得優化之場域。

#### D. 階段四：隨選隨算雛型軟體開發

針對以上步驟所求得之演算法。可做為本軟體之核心。為使業者工程人員或承包商輕易操作，本計畫將開發一隨選隨算軟體，此軟體分為三大區塊：a.輸入區、b.演算區、c.輸出區。

- a. 輸入區：此區域可透過對話框和編輯區，輸入各類參數，包含：場域之尺寸、電動大客車之規格（車重、電池度數）、預想契約容量與月用電度數、總電動大客車里程數等參數。
- b. 演算區包含目標函數選定、權重設定、限制條件設定（成本；契約容量、快慢充與行動充個數等）、演算法設定等。
- c. 輸出區包含輸出：最適化充電樁、最適化契約容量、最佳快慢充配置等。透過上述之流程，預期本計畫會產出一快速演算優化場域設計之套裝軟體雛形。

### ③ 電動大客車車隊充電設備設置最優化估算策略設計與演算軟體開發

本技術之目標為建置一套電動大客車車隊充電最優化排程控制軟體，使其可配合時間電價、電動大客車班次調度及車輛電能使用狀態進行電動車充電排程最佳化，以減少尖峰負載，同時在充電站鄰近配電系統負荷過高時，藉需量反應措施減輕負荷，降低整體用電成本。主要工作包括：

#### A. 輸出/輸入參數設計與文獻分析：

本技術首先將釐清設計最優化充電排程策略之重要輸入參數如車輛數、殘電量、剩餘可行駛距離、剩餘班表需行駛距離、到達充電站時間/距離、時間電價、閒置充電設備與班表資訊…等，再決定輸出變數如預估充電時間、預估充電功率/能量與建議充電樁編號等。而針對此一多目標最佳化問題，需設定限制條件如最低允許殘電量、最長等候時間、要求最低行駛距離與最小充電量…等等，再從滿足限制條件之所有解中找出可使整體用電最低成本之最佳解。透過本技術之開發，可在巴士駕駛的前台介面中即時提供剩餘可行駛距離、到達充電站時間/距離與建議充電時刻/時間等等。當車輛靠近停車場後，可即時提示充電樁編號與剩餘充電時間，以提升充電設備稼動率，滿足後續排班需求及降低整體用電成本。

#### B. 最佳化限制條件設定：

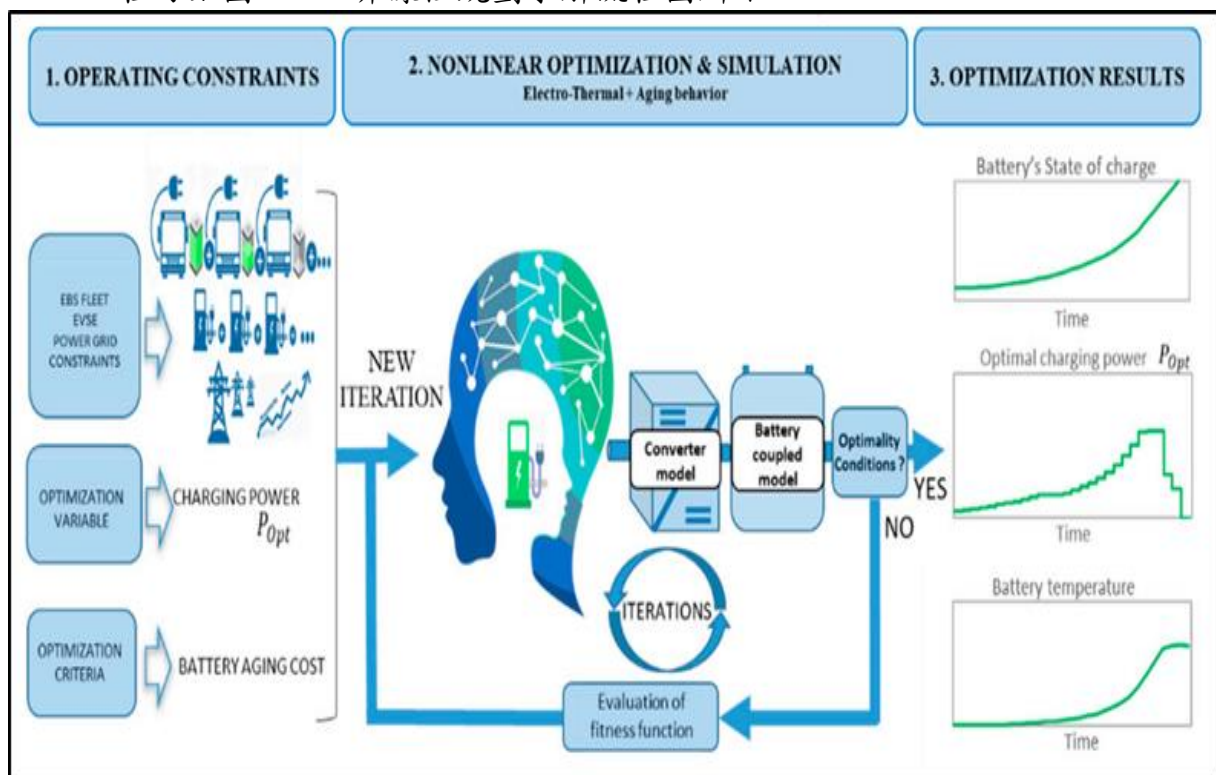
為決定充電站最佳契約容量及設計充電排程，智慧化電動大客車充電管理系統需依照電動大客車站實際營運情形建立適合的數學模型，以達到充電站最佳契約容量及充電排程之目標，進而估算出最小化充電站



總營運電力成本，亦即最小化基本電費與流動電費。依據電動大客車之營運準則與台電電費計價方式，首先將電動大客車進行充電之所需電力、充電效率及最大充電功率與充電站整體契約容量設計成數學模型，再藉由上述數學模型設定限制條件與成本函數，以找出滿足限制條件下，使成本函數最低之最佳解。

#### ④多目標最佳化函數制定與求解：

若僅考慮最大限度地降低運營成本或負載峰值，有可能因為過度充放電行為，影響電池壽命。因此，本計畫將進一步考慮電池老化模型，即可更為客觀地將電池老化成本合併入最佳化問題之中。後續本計畫規劃以非線性規劃方式(nonlinear programming)或啟發式演算法求解成本函數，其流程可如圖 1.5.4 非線性規劃求解流程圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.4 非線性規劃求解流程圖

#### ⑤電動大客車智慧能源調度平台與駕駛介面開發

##### A. 智慧型充電排程管控平台建置：

透過需求訪談，了解管理平台使用方需求，再結合最佳化演算法的輸出入需求，進行使用者介面 UI/UX 設計，以平台管理者\巴士業者\巴

士使用者，進行帳號權限管控設計，並對應每個使用者設計相對應的 UI/UX 介面。在完成頁面設計後，將進行實際的平台開發：平台將以 RWD 響應式網頁架構進行開發，以適應多屏幕尺寸下的畫面最適調整。對應於最佳化排程、充電樁配置的核心演算法，將以動態函式庫模式進行整合，並盡可能的將 View 介面層、Contol 邏輯控制層、Model 模型層獨立於不同的檔案中，彼此間透過 API 進行串接，以有助於程式後續維護與擴充。平台配置如下圖 1.5.5 平台架構圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.5 平台架構圖

B. 智慧型充電排程使用者 APP 開發：

在 APP 開發上，先就使用需求進行訪談，並透過 Wireframe 工具進行流程演練，再確認使用流程後，進行 UI/UX 設計。在程式開發上，考量後續可能介接硬體參數，如 GPS、USB、RS232 等介面，將採用 Android Native Code 進行開發，以平板橫式介面為配置版面。在權限管控上，APP 的使用對象為巴士使用者，其權限管控對照巴士使用者進行設計，資料交換則透過 Restful API 方式與平台 Server 進行，預期畫面如圖 1.5.6 車上駕駛使用者介面所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5.6 車上駕駛使用者介面

#### ⑥ 資訊軟體及硬體設備建置或增修費用評估

本計畫之軟硬體開發以 POC 為主，平台開發以符合此階段功能目標進行設計，系統著重在功能運作驗證。未來正式上線後，會以系統整合流暢度，以及系統容量為主要考量點。在系統整合上，需要考量車輛上線的使用狀況，此部分以公路局所建置的車輛動態系統為主，雖然國道客運或公路客運有些微差異，但其清楚記錄了車輛行駛路線、車輛位置、到站預估、駕駛資訊等，有助於車輛預估里程，以及根據路線判斷往返時間，在正式商用化時，需投入人力進行相關系統整合工作。另外，客運公司本身或有建置排班系統和車輛管理系統，此類系統若能整合，將更有助於實際商轉時的充電樁建置規劃與電動車排班調度，因此也必須進一步整合，或透過提供開放式介面的方式，讓客運業者資訊部門得以串接整合。此部分的工作，亦有助於降低公車業者導入新系統的阻力。

在系統驗證與開發階段，因為演算法實驗過程所需要的運算能力與記憶體大小較難推估，因此建議採用機動性高的雲端主機配置，如 Azure 或 AWS 方案，可視當下需求進行記憶體或運算能力的動態調整。在商業運轉時，資訊系統的考量將以穩定度為主，建議可採用有 SLA (Service-Level Agreement) 服務水準協議的雲端業者方案，費用將依據運算力與記憶體使



用不同而有差異。若對於公有雲方案有所顧慮，亦可考量購置或租用機架型伺服器，委由機房代管業者進行主機代管，如存放於電信業者的機房。自行購置伺服器、資料庫、作業系統授權，但預估費用將會最高。

本計畫在本期計畫驗收時，針對系統平台之資訊軟體及硬體設備進行盤點與檢討，並提出上述建議方案與對應經費需求，以供部會進行後續推動之參考。

#### (4) 計畫成果推廣

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，將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、會議，並對應成果製作海報或影片。

##### ① 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。

本計畫配合智慧充電示範計畫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。有關相關推動策略之檢討與初步看法，茲說明如下：

##### A. 政府端鼓勵導入智慧充電之策略

因國內目前仍缺乏電動大客車智慧充電實例，透過本計畫建立電動大客車智慧充電示範場域與系統運作實例，提供成果作為後續擴大運用的導入方案參考。

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；並積極協調整合經濟部產業推動資源，降低導入客運業者初期成本。

## B. 營運端導入智慧充電之配套作法

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。

## C. 辦理至少 2 場計畫成果交流宣導活動及相關會議，並配合出席計畫相關宣導活動或會議進行交流

依本計畫第一年度辦理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等初步執行成果，規劃藉由成果交流論壇、座談會或工作坊的形式，進行示範計畫構想、示範場域與基礎設施規劃等相關議題進行交流，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 2 年度實際執行與效益評估方向的參考。

交流宣導活動預計辦理 2 場次，為利交流目的聚焦，初步規劃邀請產官學研相關單位出席與會交流，邀請對象初步規劃如表 1.5-1，實際邀請單位將與主辦機關協調確認。

表 1.5-1 本計畫交流論壇、座談會或工作坊初步考量邀集對象列表

類別	邀請單位
政府機關	如交通部科技顧問室、交通部路政司、公路局、交通部運輸研究所、環保署、經濟部工業局、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：本計畫繪製。

### ② 針對計畫重要成果製作海報或影片電子檔

由於第一年主要為規劃階段，成果展示的重點在於智慧充電概念與規劃方向推廣，初步規劃配合規劃成果，由團隊設計製作海報 1 式，作為成果推廣活動現場宣傳或提供機關年度成果展示海報，展示內容將與主辦單位溝通確認。

## 第二章 國內電動大客車充電系統發展潛力分析

蒐集國內現有電動大客車充電系統使用狀況與問題，以及國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢，掌握目前國內充電站建置、充電規格、用電費率、供電穩定性、國際間智慧充電技術發展現況等議題探討，進而分析國內電動大客車智慧充電系統的發展潛力。

### 2.1 全球電動大客車充電系統概況

目前全球電動運具(Electric Mobility, E-Mobility)的數量正在迅速成長，根據德國太陽能與氫研究中心的數據，截至 2019 年初，全球已有 560 萬輛電動運具，其中美國與中國是最大的市場，分別占 110 萬與 260 萬。若從 2040 年開始因政策限制僅能售出電動運具，到了 2050 年，全球估計將有超過 10 億輛電動運具上路，若持續採用傳統的充電模式將會對區域電網產生重大負擔。

#### 2.1.1 國內外電動大客車充電系統發展脈絡

##### 1. 沿用電動車輛標準充電系統

目前電動大客車的充電，大多沿用目前使用中電動車輛充電系統和介面，遵循國際或各地主要的電動車輛充電標準或規範，主要是國際電工委員會(International Electrotechnical Commission，簡稱 IEC)所出版的標準；為了確保電動車輛充電系統的安全，充電機需符合[1]或[2]的相關電氣安全要求，且需符合[3]或[4]的電磁相容要求。

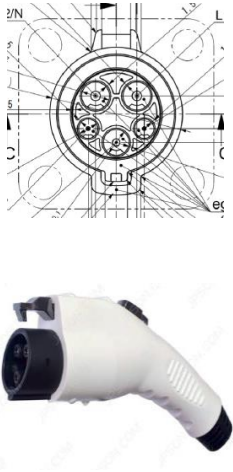


充電機需透過充電介面連接至電動車輛，以傳輸電能至電動車輛，目前全球使用的充電介面包括交流充電介面 3 款和直流充電介面 4 款，所有充電介面(耦合器)需符合[5]或[6]的相關安全要求。

除需符合一般要求，交流充電介面(如表 2.1-1 充電介面規格-交流充電比較表)另外需符合[7]或[8]的幾何和尺寸要求；直流充電介面(如表 2.1-2 充電介面規格-直流充電比較表)另外需符合[9]或[10]的幾何和尺寸要求；部份直流充電介面為匹配更大充電功率和電流的需求，加入液冷式冷卻功能時，需另

外符合[11]的要求。

直流充電屬高功率充電，因此直流充電機需要另外符合[12]或[13]的額外安全要求，由於執行直流充電時，車輛與充電機之間需透過高階數位通訊來進行訊息交換和充電控制，因此無論是車輛或直流充電站都必需依據[14]或[15]建構完整的高階通訊和充電控制軟體。

表 2.1-1 充電介面規格-交流充電比較表

標準	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196	中國 GB/T 20234.2
車輛端插座圖示			
型式	Type I (車輛端插頭)	GB/T (車輛端插頭)	Type II (車輛端插頭)
操作規格	電壓 $\leq 250\text{V}$ /電流 $\leq 32\text{A}$ (單相)	電壓 $\leq 250\text{V}$ /電流 $\leq 32\text{A}$ (單相) 電壓 $\leq (440\text{V})$ /電流 $\leq 63\text{A}$ (三相)	電壓 $\leq 250\text{V}$ /電流 $\leq 70\text{A}$ (單相) 電壓 $\leq (480\text{V})$ /電流 $\leq 63\text{A}$ (三相)
通訊	PWM	PWM	PWM

資料來源：本計畫整理。

表 2.1-2 充電介面規格-直流充電比較表

標準	日本 CHAdeMO	中國 GB/T 20234.3	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196
車輛端插座圖示				
型式	Type AA (插座)	Type BB (插座)	Type EE (插座)	Type FF (插座)
操作規格	電壓 $\leq 600\text{V}$ 電流 $\leq 200\text{A}$ 最大功率： 120kW 具液冷式冷卻功能 電壓 $\leq 1000\text{V}$ 電流 $\leq 400\text{A}$ 最大功率： 400kW	電壓 $\leq 750\text{V}$ 電流 $\leq 250\text{A}$ 最大功率： 187.5kW	電壓 $\leq 600\text{V}/$ 電流 $\leq 200\text{A}$ 最大功率： 120kW 具液冷式冷卻功能 電壓 $\leq 1000\text{V}$ 電流 $\leq 500\text{A}$ 最大功率： 400kW	電壓 $\leq 850\text{V}$ 電流 $\leq 200\text{A}$ 最大功率： 170kW 具液冷式冷卻功能 電壓 $\leq 1000\text{V}$ 電流 $\leq 500\text{A}$ 最大功率： 400kW
通訊	CAN	CAN	PLC	PLC

資料來源：本計畫整理。



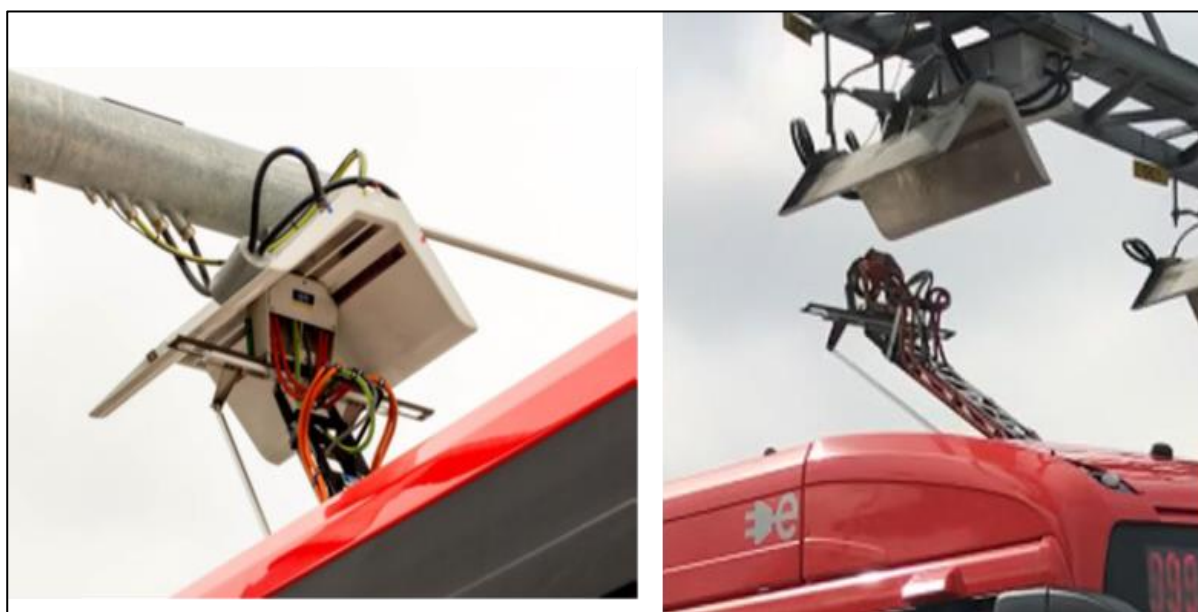
## 2. 電動大客車專用自動充電系統

除了”沿用電動車輛標準充電系統”，基於電動大客車電池容量遠高於一般電動小客車，為進一步縮短充電時間，歐美已經導入以集電弓為充電介面的自動充電系統，可參考 SAE J3105/1 [16]（如圖 2.1.1 SAE J3105/1 電動大客車自動充電系統圖）、SAE J3105/2[17]（如圖 2.1.2 SAE J3105/2 電動大客車自動充電系統圖）和 SAE J3105/3 [18]（如圖 2.1.3 SAE J3105/3 電動大客車自動充電系統圖）。



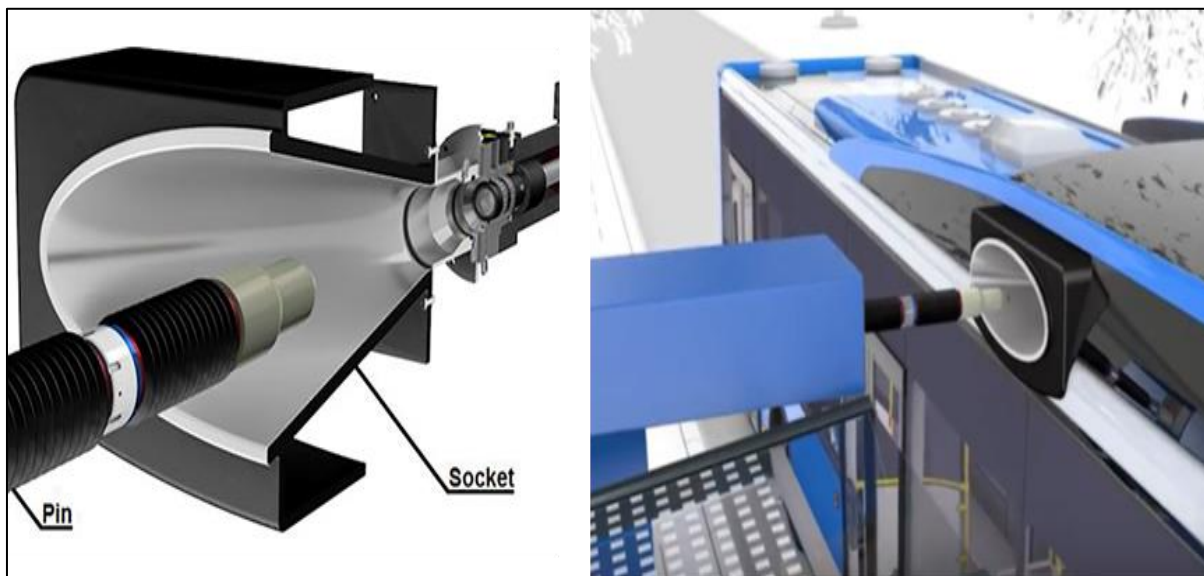
資料來源：本計畫擷取自[16]。

圖 2.1.1 SAE J3105/1 電動大客車自動充電系統圖



資料來源：本計畫擷取自[17]。

圖 2.1.2 SAE J3105/2 電動大客車自動充電系統圖



資料來源：本計畫擷取自[18]。

圖 2.1.3 SAE J3105/3 電動大客車自動充電系統圖

## 2.1.2 國內外電動大客車智慧充電技術演進

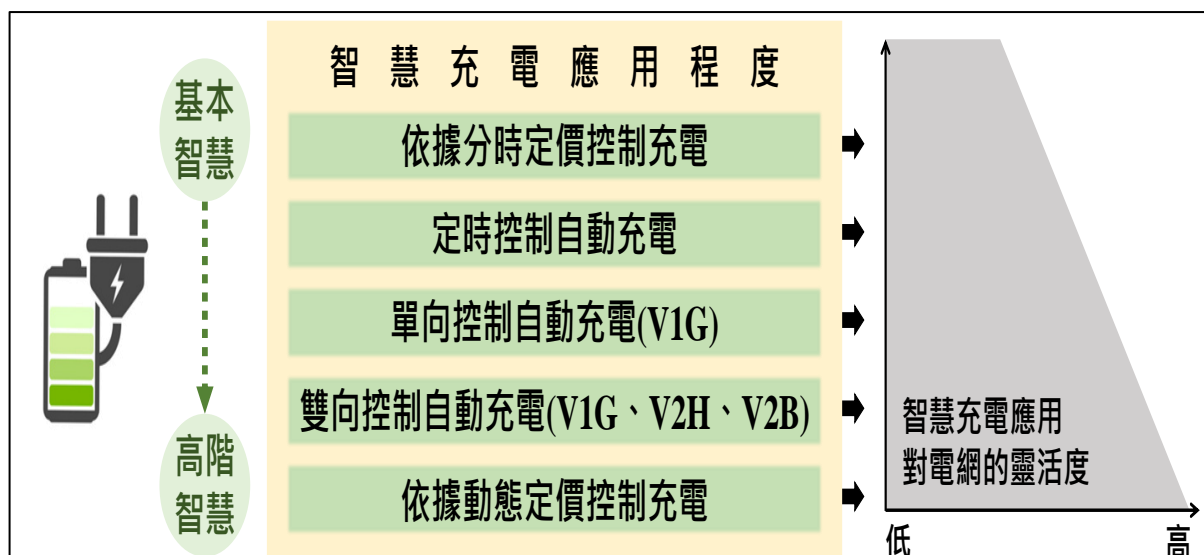
### 1. 智慧充電原理介紹

目前我國全力推動大客車全面電動化政策，2030 年預計逾 16,000 輛柴油大客車將轉為電動大客車，若客運站或調度站維持傳統充電模式進行大規模車輛充電，則必定超出區域電網負荷，針對上述問題，國外目前的最佳解決方案是導入電動車智慧充電管理系統進行充電管理。其特點為：在有限的電力供應中，或區域電網之契約容量不易擴充的限制條件下，透過充電管理系統進行輸配電控制和充電樁的管理，以容納更多的充電設施，並對整體電力供應提供削峰填谷的作用，維持用電之供需平衡。

智慧充電系統的特點在於針對不同電價和充電選項進行控制，初期客運業者進行電動大客車的導入時，可以參考當前的營運需求是否需要逐步導入智慧充電，以下說明智慧充電使用程度供參考。

基本的智慧充電方式即透過電價分時定價，並鼓勵使用者將充電時間從用電尖峰時段轉移到離峰時段；其次可增加設定時間充電；而最完整的智慧充電方式是透過參數的引入讓系統自動依據車輛充電的優先順序進行充電功率調整與充電量的配給，其功能之發展如圖 2.1.4 所示，因應車隊規模的擴大，使用者應考慮升級智慧充電之等級，即考量營運情況，採用如依動態定

價控制等更高級的智慧充電方法。



資料來源：本計畫整理。

圖 2.1.4 智慧充電應用對電網之靈活度

目前市面上因應電動運具而衍生出的智慧充電，除了能夠有效降低擴充電網負荷的需求外，基於電動運具大多數處於閒置狀態的事實，因此後續發展了其他功能如下說明。

#### (1) 單向控制充電

單向充電又區分為無控制與有控制，單向無控制充電僅建立在充電樁和電動車之間的單純連接充電，未將電網納入管理；單向控制係指電網與電動運具之間的單向受控充電技術，可以通過自動化充電控制模組以及電網、充電樁和車輛之間通訊傳輸，讓電網控制充電的時間，進而達到用電負載的管理和平衡。使用者在出現充電需求的情況下，可以將車輛接入智慧充電樁並輸入所需充電的時間或電量，訊息同步回饋給區域電網，區域電網在整合全部智慧充電樁訊息的基礎上，綜合考慮區域電力負荷情況，以遠端控制方式，對每一介接的智慧充電樁發送啟/停充電的指令。透過上述的操作模式，可以盡量控制充電於離峰時段，達到用電之削峰填谷，避免不必要的基礎設施投資成本。

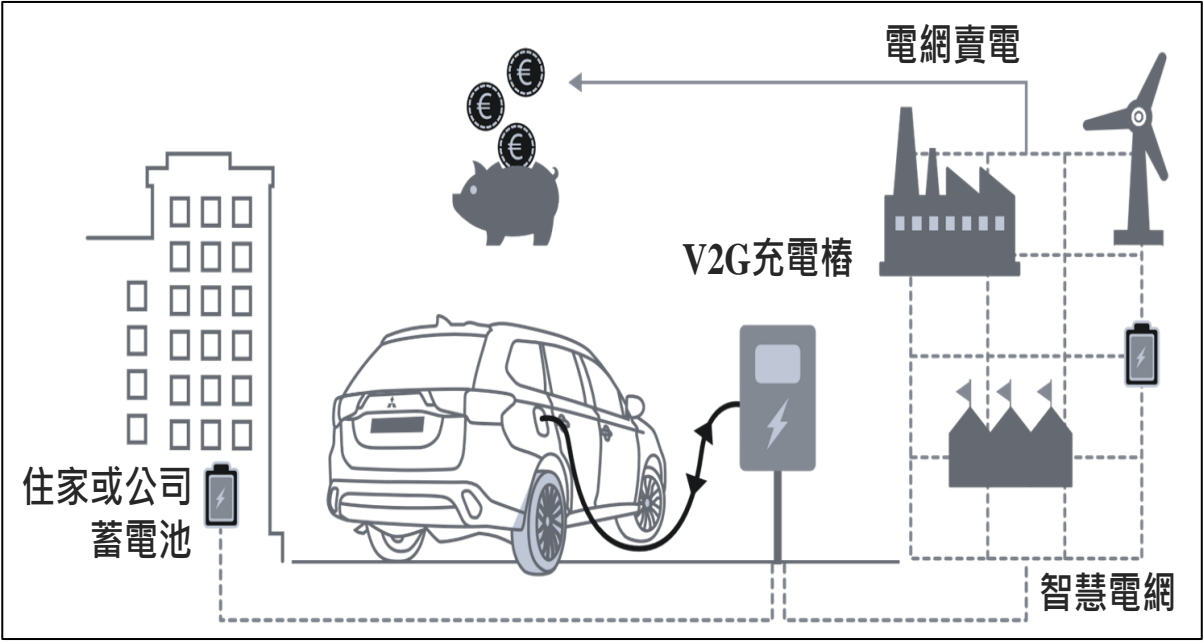
#### (2) 雙向控制充電

雙向控制充電係指電動運具與區域電網之雙向互動的智慧技術，使支持雙向電力傳輸功能的電動運具於閒置時成為可移動的分散式儲能單元，



即將電動運具視為“儲能系統的調度模式”，實現電網與電動運具間充、放電之雙向能源流動。電動運具在充電時，係為電網負荷，須通過充電設施獲取電能；當電量充足且已滿足運輸需求時，可以作為電網儲能設備和備用電源，將剩餘的可控電量輸送回電網中。

根據目前針對雙向智慧電網的研究，此技術可以透過電動運具與電網互動，提供相關調峰、調頻等支持電網運行的輔助服務。與傳統電網輔助服務不同，由於電動運具遍布整個都會區，能作為分散式能源提供給需要的使用者，故比單向控制充電提供更主動且更快速的充電調節，如圖 2.1.5 所示。



資料來源：本計畫擷取自[19]。

圖 2.1.5 雙向控制充電示意圖

2. 智慧充電發展趨勢

針對目前電動運具之智慧充電技術發展沿革從 V0G、TC、V1G、V2G 及其衍生出的 V2H 概念，分別說明如下：

(1) 電動運具接入電網(V0G, Vehicles Plug-in without Logic/Control)

V0G 是目前電動運具最常見的充電方式，屬於單向無控制充電方式，電動運具作為一般之用電設備接入電網，比如電動大客車、高爾夫球車、停機坪接駁車等。目前該技術之充電樁已經發展成熟，國外目前已經建立

相關公共充電設施，如北京奧運會電動汽車充電站。這種一類的充電模式存在的問題是，如果是大車隊的充電，所需之大量用電和無約束的使用，會造成地區電網某一時段性的用電困難。

#### (2) 分時電價控制充電(TC, Timed Charging)

分時電價的控制方式，電動運具在給定的時間開始充電，係屬於單向有控制的充電方式，即最基本的智慧充電模式。TC 模式考慮到了電動運具在電網負荷高峰時段充電對電網的影響，進而透過系統控制起始充電時間來實現離峰充電，能夠使用戶享受到離峰電價之效益。但是其控制方式仍為最基礎方式，未能達到根據即時電價或電網峰谷狀態靈活控制充電方式。此種模式的充電設施仍然採用單向技術，目前該技術之充電樁已經成熟。

#### (3) 受電網控制的充電(V1G, Vehicles Plug-in with Logic/Control regulated charge)

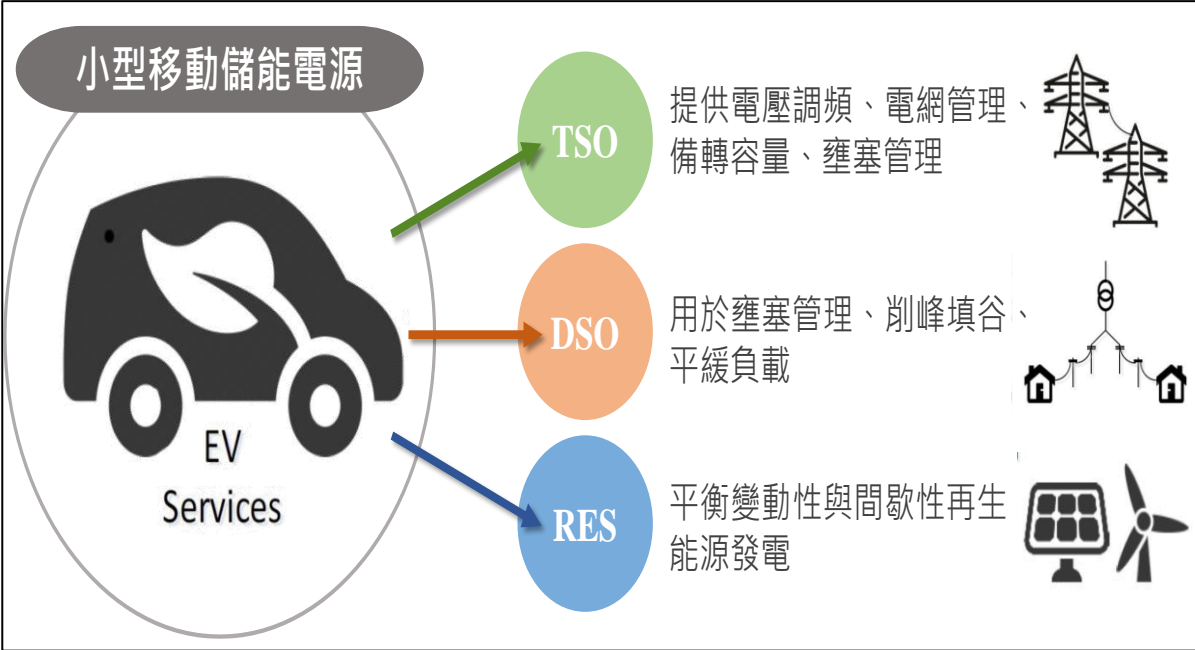
V1G 與電網的智慧調度有著極高的關聯，屬單向控制充電方式，透過觀察供電曲線的變化，為充電系統進行排程管理，運用離峰時段進行電能補充，減少對電網在尖峰時段的負荷。電動車之 V1G 充電可借助以下三種方式實現：

- ①電力公司採取錯峰、避峰、輪休、讓電等一系列措施，規範用電秩序，並依據“峰谷電價”大幅降低夜間用電價格，鼓勵居民分時用電，以緩解尖峰用電量，刺激用戶自發性調整用(充)電時間，實現“削峰填谷”的效果。例如，目前一些充電 APP 可根據用戶設定的出行時間和本地目錄電價，優先讓車輛在電價低谷時段充電，或由用戶設定車輛開始充電的時間。
- ②基於智慧管理的 V1G 充電，即依據配網變壓器的負荷狀態及用戶用電需求，針對電動車的充電時間、充電功率進行計劃控制或實時控制。
- ③將前述兩點的做法進行結合，即透過峰谷電價方式，鼓勵電動車車主參與基於智慧管理的 V1G 充電。

#### (4) 電動運具到電網(V2G, Vehicle-to-grid)

V2G 即車輛到電網，屬雙向控制充電方式，可運用在連接電網的電動

運具，其於電力系統中的應用包括(圖 2.1.6)，透過提供電力容量、回送電能與提供電網調頻，達到電動運具與電網之間的充、放電能量轉換，以作為電力儲能裝置、備用電源設備來使用，進而減少尖峰用電頻率以節省成本，同時利用能源管理系統進行旅運規劃與充電規劃，滿足旅運需求，然目前大部分城市的規劃，仍然停留在電動運具如何透過 V1G 來減輕電網負擔，鮮有整體性的 V2G 規劃；而 V2G 的應用範疇除單純的從車輛到電網外，另外亦延伸出 V2H 及 V2X 等概念，分述如下。



資料來源：本計畫擷取自[20]。

圖 2.1.6 V2G 電力系統之應用

① 電動運具轉家用電力(V2H, Vehicle-to-Home)

V2H 為 V2G 延伸出的概念，即車輛到家戶，V2H 雙向充電器比一般的家用儲能電池具有更大的容量，除能讓電動車成為提供家庭用電的來源之一，也讓電動車車主可以更有效率地調度電力；若將 V2H 應用擴大到公共場域，則可解讀為從車輛到私人場域，好比讓電動大客車成為提供充電調度站周邊場所之供電來源之一。

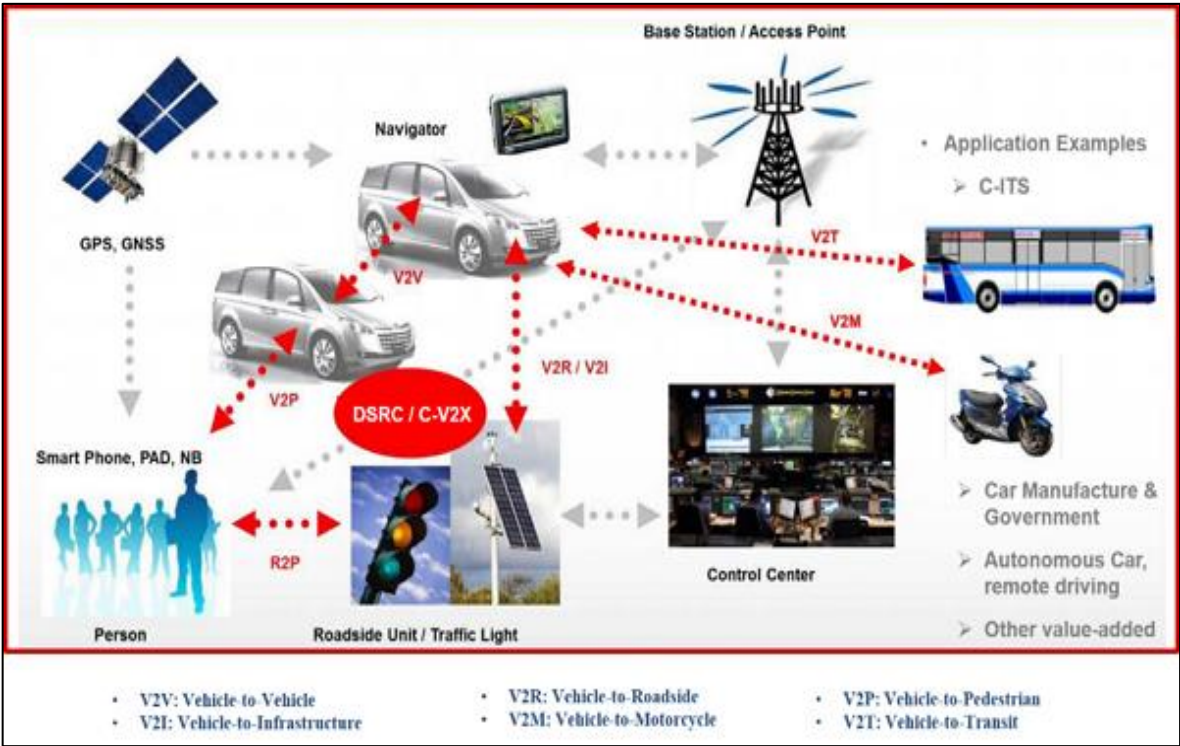
近年隨著災害防範意識的增加，家用儲能電池的需求亦攀升，當天災導致電力供應中斷時，V2H 雙向充電器可將電動車轉化成備用電源，依據

相關數據顯示，以一台電動車的電池容量約可儲存 70-80 度電來計算，一台電動車約可供應一般家庭 2-3 天的用電量。

②電動運具應用於車聯網技術(V2X, Vehicle-to-Everything)

V2X 為 V2G 延伸出的概念，即車輛到萬物，車與車或是車與周遭所有和車相關的交通基礎設施溝通的通訊技術(圖 2.1.7)，而車聯網技術亦被稱為 V2X，V2X 中較常被使用的名詞包括 V2V、V2I、V2N 與 V2P 等，其中，V2I 的 I(Infrastructure)定義為交通基礎設施中的號誌或是路側設備；V2N 的 N(Network)為行動網路本身或是雲端後台、V2V 為車與車之間的通訊、V2P 的 P(Pedestrian)指的是行人，至於相互溝通的技術，可以是車對車直接通訊，或是其他通訊方式，例如 V2N2V 間接通訊(車對網路再到車)。

簡言之，V2X 即是一種能使能量由電動車電池回送到電網或建築的技術。目前包含美國、英國、荷蘭、丹麥及日本等均積極展開示範計畫。雖 V2X 商機無限，但距離商業化仍有一段距離，包含缺乏標準、符合 V2X 的硬體設備不多、市場制度與監管法規不明、消費者疑慮等問題尚待解決。



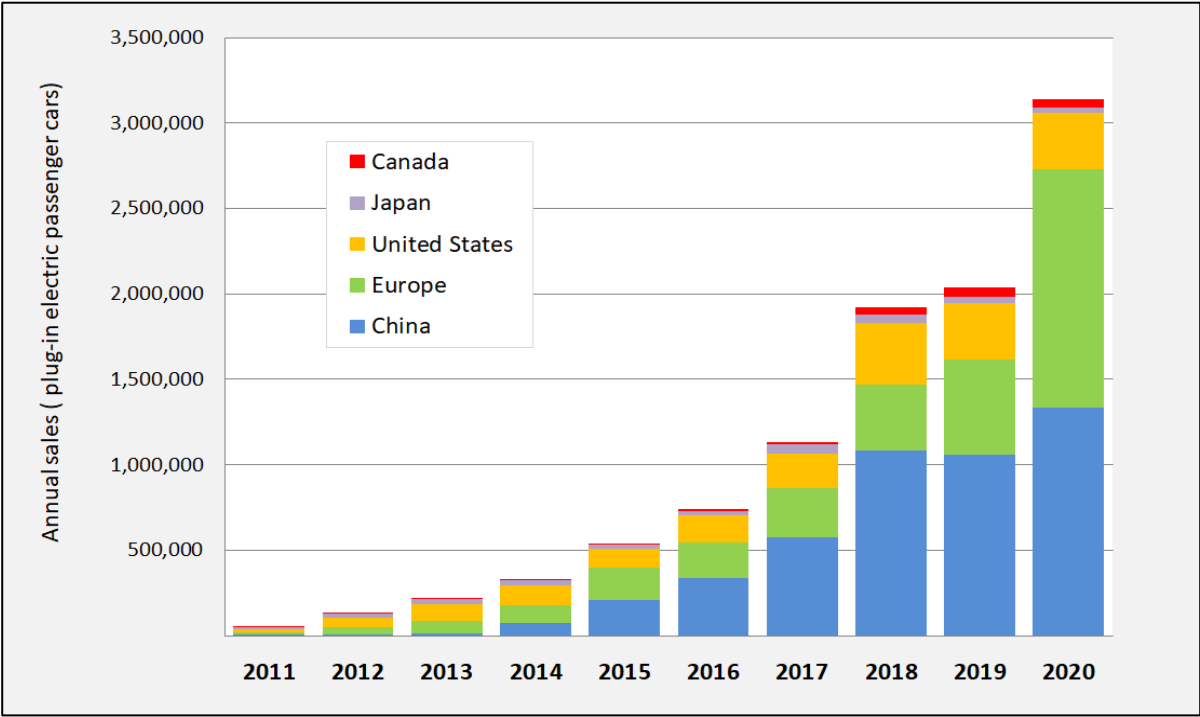
資料來源：本計畫擷取自[21]。

圖 2.1.7 V2X 技術示意圖

3. 智慧充電排程

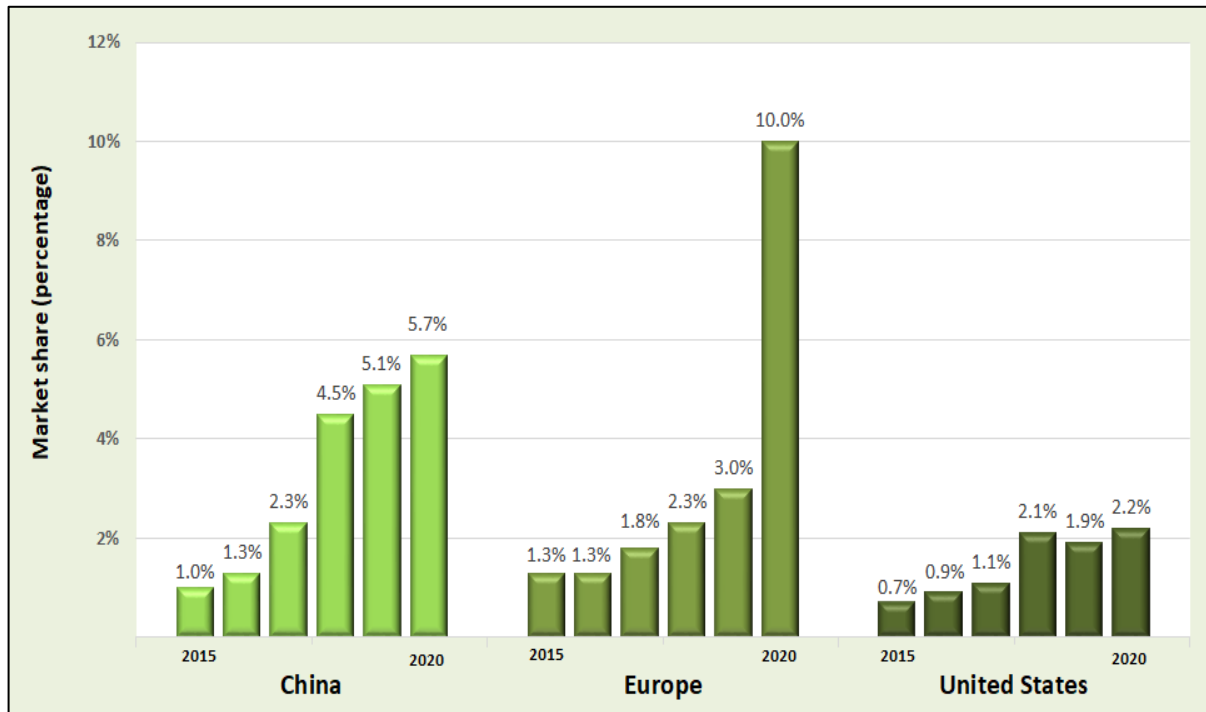
(1) 國際發展概況

與使用內燃機的傳統車輛相比，電動車(EV)具有高加速度、高能效、運行成本低、更具有減少空氣排放和環境污染之優勢[22]，因上述這些優勢，許多國家已將電動車的提倡視為減少碳排放和解決能源問題的關鍵措施[23-25]。於文獻[26]中，電池式電動車(BEV)和插電式混合電動車(PHEV)都稱為插電式電動車(PEV)，它們皆可由市電進行外部充電。圖 2.1.8 顯示自 2011 年至 2020 年全球主要國家和地區市場中 PEV 之年銷量皆快速增長。圖 2.1.9 顯示自 2015 年至 2020 年三個最大市場中 PEV 的市場百分比。



資料來源：本計畫截取自[26]。

圖 2.1.8 全球最大市場 PEV 的年度銷售額(2011-2020 年)



資料來源：本計畫截取自[26]。

圖 2.1.9 中國、歐洲和美國之間的 PEV 市場百分比

除環保優勢外，PEVs 爆炸性的成長亦促使傳統電力系統加速邁向智慧電網，在智慧電網中，PEVs 可以按照合適的時間表進行雙向充電或放電，提高電網的尖離峰的穩定性，PEVs 亦能將部分電力需求轉移到非尖峰時段，達到平峰效果。智慧充電規劃還可幫助 PEVs 帶來更多好處，如能量儲備和頻率調節。

## (2) 最佳化智慧排程充電策略

### ① 國外文獻

規劃 PEVs 充電策略時，可依照目標客群的需求及其他客觀條件，增訂不同的 PEVs 充電策略[27]，如從使用 PEVs 的運輸公司的角度來看，PEVs 充電策略的目標是最小化充電成本，並考量相對時變電價，來降低營運成本，進而達到公司利潤最大化。

從整體電力系統運轉的角度來看，PEV 充電策略應需考慮最小化系統尖峰負載與能量損失，因此有其他更多因素可能會影響 PEVs 的充電策略，如駕駛者之行為模式、充電方法和 PEVs 車隊的組成等因

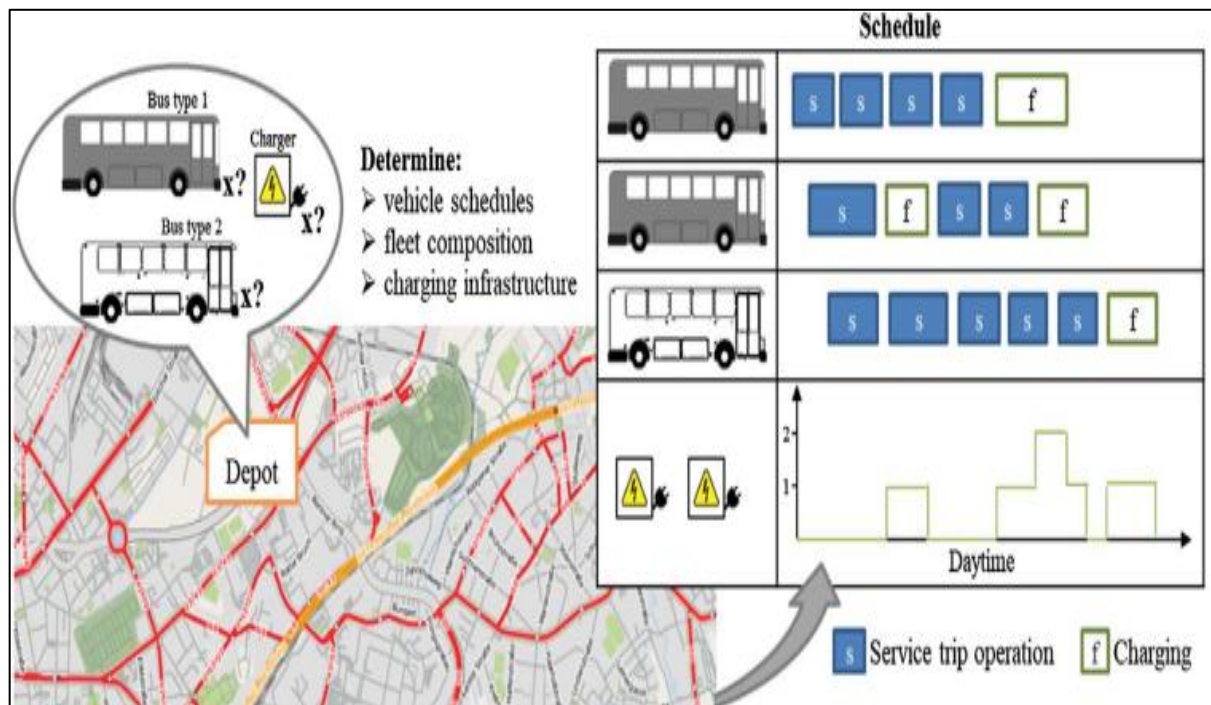


素[28]；另外，隨著電動汽車數量的增加，若電動汽車充電策略與輸配電系統之間搭配效率低，將導致以下問題[29]：

- A.不可控制的額外負載：PEVs 在尖峰負載期間不可控制的充電加重配電系統的壓力。
- B.輸配電系統過載：無法預期的 PEVs 充電可能導致現有電力系統設備過載，這些設備應非為了處理 PEVs 的額外負載所設計。
- C.電壓和相位不平衡：大量 PEVs 使用同相充電恐導致相位和電壓不平衡。
- D.諧波產生量大：多台電動汽車充電器同時運行，在功率轉換過程中產生諧波。

隨著電動大客車及一般電動車快速成長，充電策略及調度日趨重要，因此引起了許多電動汽車最佳化智慧充電排程相關研究。於文獻[30]及[31]中提出，利用基因演算法(Genetic Algorithm – GA)應用於設計及最佳化電動車的充電排程，在最佳化的過程中考量了電動車的用戶使用行為、電池充電特性，其限制條件包括停車模式、電動汽車需求量、電網的電力供應、充電限制和電網技術極限等，而使用基因演算法，可在時間限制下，緩解電動汽車大量部署後集中充電問題，同時降低充電站的尖峰負載，另外充電站亦可為電動汽車提供預約服務，並根據與充電站資訊溝通結果進行路徑規劃。

另外，德國阿亨大學研究團隊針對電動大客車之行駛里程與充電設施配置設計一套最佳化規劃方法“Electric Vehicle Scheduling Fleet Size and Mix Problem with Optimization of Charging Infrastructure”(EVS-FMC)如圖 2.1.10 所示[32]，該方法將此問題具體化為一個最佳化求解問題，針對不同路線、充電方式與充電地點以基因演算法(Genetic Algorithm, GA)求解，可估算電動大客車班表，行駛里程與充電樁數量，以使整體成本達到最低之目標。



資料來源：本計畫擷取自[32]。

圖 2.1.10 EVS-FMC

另一種最佳化充電排程策略的方式則是運用即時預測方法來進行[33]。在此研究中，透過 SQL 和 PHP 平台開發即時預測充電系統，使用者可透過數位通訊方式得知充電站的可用充電車位資訊，以避免浪費時間等待並防止 PEVs 因電池耗盡而停駛於路上。

如今，既有之通訊設施具有高效和充足的行動網路功能，能夠支持智慧電網系統來接收 PEVs 的即時訊息。在研究[34]中，粒子群演算法(PSO)套用至具有車聯網(V2I)功能的車輛組織管理系統(VANET)中，可為 PEV 提供前一日的能源調度排程。在此方法中，目標函數是將所有成本最小化，並受電網和 PEVs 的能源限制，例如電網限制、電壓幅度大小和角度、車輛技術限制、電池的充放電限制及電池容量。

化學反應演算法(CRO)也被應用於解決 PEVs 的排程問題上[35]。在此研究中，PEVs 的排程問題與發電機組調度相結合，以平順化電力系統負載曲線為目標，除了發電機組調度限制之外，PEVs 的調度亦考慮了車載電池容量限制、充電頻率限制和電池電量平衡等限制。



## ②國內文獻

根據交通部-交通統計月報[36]，臺灣現今總共有 1 萬多輛市區大客車，主要使用汽油與柴油作為能源，所排放之二氧化碳量非常可觀。因此，交通部明定「2030 大客車全面電動化」之政策目標，自 2020 年起，將於 10 年內將燃油客運大客車全面汰舊換新成為純電動車，然而純電動大客車之營運特性與一般柴油大客車大相逕庭，需額外考量如對於電網之影響、續航力、充電時間、充電排程等限制。

因此近幾年引起許多相關研究，可分為以大客車營運業者角度或電力系統運轉角度兩類。對於大客車營運業者而言，純電大客車排程必須考慮各式車種、場站、線路、混合行程以及充電時間等因素，最小化總營運成本以及提高營運效率，為解決這問題，相關研究[37]中指出，針對決策所需之電動大客車數量、充電樁數及每輛車須執行的勤務，使用改良之基因演算法進行優化。在研究結果及實際營運過程中，電動大客車營運成本除了電費之外，電池容量衰退造成之電池成本也很重要。因此，為了最小化營運成本，不同放電深度與充電方式也要考量，另相關研究提到，考慮電動大客車的充電方式與契約容量制定方法，透過交叉熵法(Cross-entropy method)來決定電動大客車的充電方式，可以達到最小化營運成本的目標[38]。

關於電動大客車充電排程問題，在考量電池容量、用電效率、充電效率、充電成本、車體成本、電池成本、充電樁成本、電價等電動大客車營運重要因素下，相關研究使用離散型事件模擬法建立電動大客車充電排程模擬程式，其中，模擬程式可以計算在給定車輛與充電樁型式下之所需的電動大客車與充電樁數量以及個別大客車營運計畫與充電之時間安排，得到總成本最小之車輛與充電樁組合[39]。

另外，探討未來電動大客車大於充電樁個數的情況下，相關研究將電動大客車車輛排程問題(Electric Bus Scheduling Problem)建構為一集合分割問題，並提出一套以變數產生法(Column Generation)為基礎的演算法，針對電動大客車的充電特性等產生成本最小的車輛排程表。該排程表不但配合大客車發車時刻表執行所有的任務外，也考量電動大客車之續航力、充電時間、夜間充電及充電樁個數等[40]。

為降低停車場契約容量，滿足每台電動車的充電需求，並在最佳充電調度下，降低停車場整體充電成本，國內許多專家學者投入相關研究。台北科技大學自動化研究所姚立德教授之研究團隊在 2013 年設計一套運用於停車場之電動車充電最佳化排程[41]，此研究以單一停車場作為設計目標，分成兩階段最佳調度策略，其中第一階段之最佳化調度以變壓器的額定容量作為限制條件，使變壓器在不超過額定容量下，盡可能滿足每台電動車之充電需求；第二階段則以第一階段的結果作為條件，對停車場整體充電成本進行最佳化，並降低其充電成本。

中山大學通訊工程研究所溫朝凱教授之研究團隊在 2013 年結合了負載管理與時間電價費率的概念，對電動車的負載進行控制，達到轉移尖峰時段之用電負載至離峰時段使用的目的，進而減緩尖峰時段的供電壓力。另外，並以電動車充電站營運商的角度，探討了如何利用循序累增搜尋法，來訂定適當的契約容量值，以降低營運商供電成本的問題[42]。

台北科技大學電機系陳昭榮教授之研究團隊在 2018 年針對含再生能源之停車場提出一套最佳化充電規劃[43]，利用最佳化基因演算法，考慮因於充電環境、充電設施、用戶充電習慣及時間電價等因素，並於模擬系統中同時加入儲能電池、風力發電及太陽能發電，以能滿足每台電動車充電顧客之需求並對停車場整體最佳化達到最小電費成本進行設計。

成功大學電機系楊宏澤教授之研究團隊基於多年在電動車車隊調度及最佳化充電排程之設計研究成果。2020 年提出以排隊理論為基礎之電動車充電站最佳化電力排程，能在有限的資源下，根據各台電動車所計算出的動態優先權，以分散式架構下進行有效的管理充電站，並參與升/降載輔助服務市場[44]。

另外，楊宏澤教授之研究團隊在 2020 年另外發表集中式儲能系統充/放電最佳化排程及電動車雙向充/放電(G2V/V2G)最佳化排程，在配合微電網整體負載進行充/放電以抑低負載尖峰的同時，達到滿足電動車使用者之充電需求及最小化微電網整體成本之目標[45]。所發展

之基於儲能及電動車排程之儲能與契約容量最佳化方法具體考慮了不同太陽能發電系統容量、充電樁數量及三段式/兩段式時間電價對最佳化結果之影響。

交通大學運輸與物流管理學系王晉元教授之研究團隊在 2015 年針對充電式電動大客車發展一套不限制充電必須充飽的排班模式[46]，以避免採用充飽電的限制條件下，造成業者於實務操作時，充電成本增加和班次間銜接的困難。該研究除了考量車輛續航力、車輛數以及充電座數目和種類之外，亦將日夜間電價的差異納入考量，並且不限制每次充電的充電時間，協助客運業者能夠在考量電動大客車的充電特性之下，達成更有效班次安排。2020 年進一步針對搭配快速充電設備之電動大客車系統，發展一套混合整數規劃模式[47]。藉由提出良好的充電排程與設施規劃，使電動大客車業者能使用相同排程表日復一日妥善營運。該最佳化方法考量三項要素：一為使電動大客車於高電量時充電時間由固定快速充電 5 分鐘放鬆為彈性，二為加入考量夜間充電使電動大客車能日復一日以相同班表營運，三則將大客車營運模式設計為混合調度，最後以最小化電動大客車營運成本為目標，求解出之排程表讓各車更有效率地進行充電。

由上述眾多研究可知，電動車排程、契約容量與充電設備數量設置最佳化為近年來相當熱門之研究議題，然上述研究均以數值模擬為主，尚未有實際停車場應用案例。在各種排程與最佳化演算法應用在實際場域後，尚有許多不確性因素需進一步排除；此外，資通訊軟硬體建置亦須妥善配合，以驗證所提出之各種方法確實能降低停車場用電成本與提高充電效率

#### 4. 智慧充電運用案例

為降低電動車大量充電對電網之衝擊，減少人為操作時間及降低電費成本，目前國內外有多家公司正發展充電排程與管理系統，說明如下：

##### (1) 國外業者

###### ①Driivz

Driivz 的電動汽車充電和能源管理解決方案由多種模塊組成，例如運營管理、Smart-Chain 能源管理、計費管理、駕駛員自助服務工具和電動汽車車隊管理，它們可以用作單獨的模塊，也可以用作與現有基礎設施集成的單一、統一和開放的平台。本解決方案提供電動汽車運營和充電服務業者運營的關鍵軟體，並加速了插電式電動汽車行業的動態和持續轉型。



資料來源：本計畫擷取自[48]。

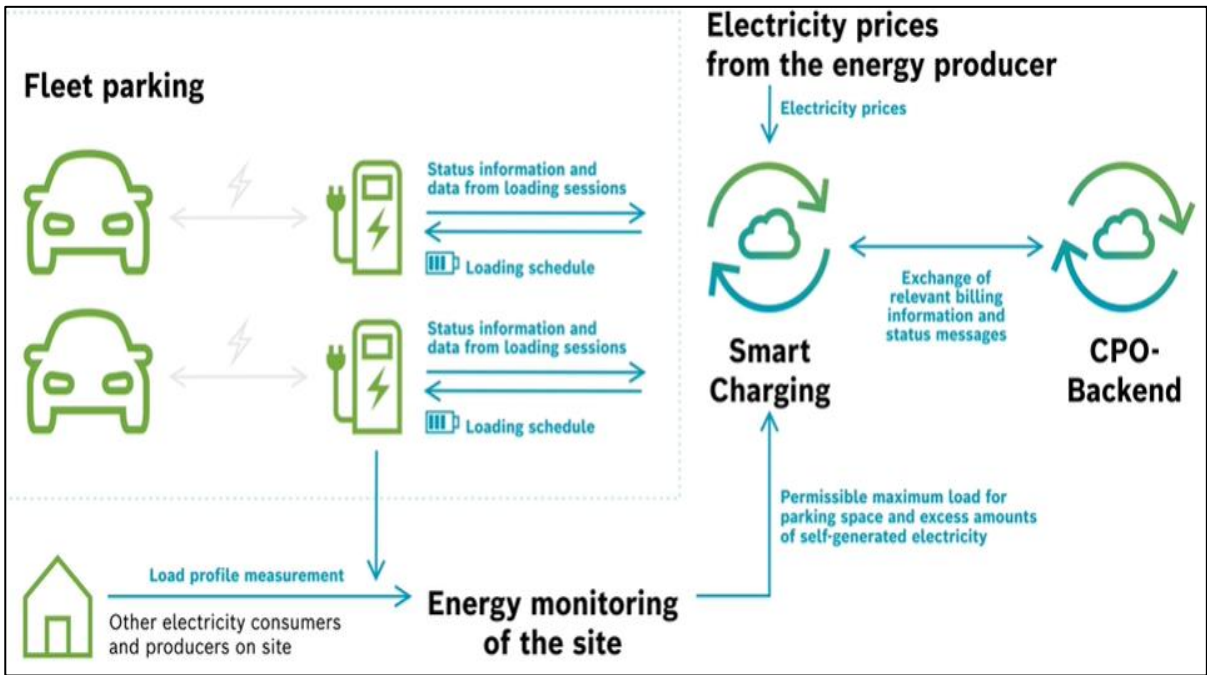
圖 2.1.11 Driivz 推出之電動汽車充電和能源管理解決方案

Driivz 智慧能源管理解決方案可實現電網的最佳利用、能源和成本節約以及電動汽車充電與可再生能源、電池和建築管理系統的集成，平衡全天候的能源需求，降低尖峰時段並提高離峰時段的電動車充電數量，甚至可將離峰時段的電量儲存起來供尖峰時段使用，進而達到 V2G 的電力控制程度。

## ②Bosch

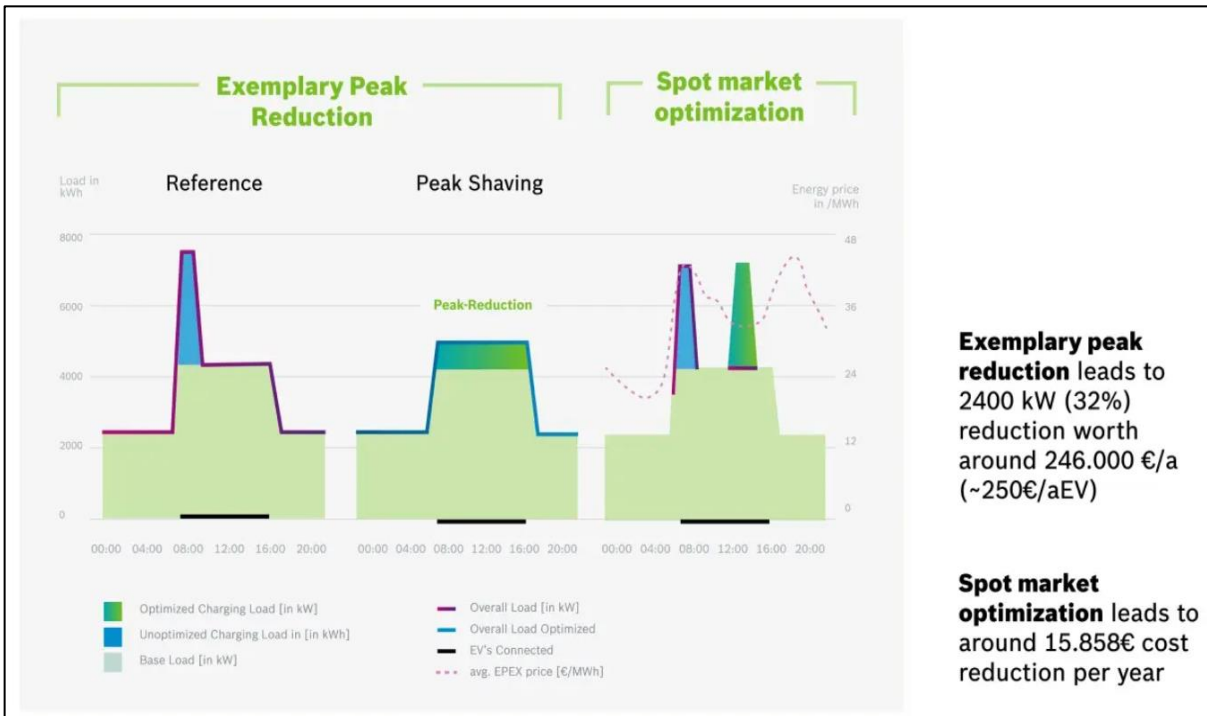
Bosch 的智慧充電管理系統(圖 2.1.12)可考慮個別車輛(企業車隊)的需求、當前與未來電力價格、再生能源的可用性、各站點的負載等情況，進而達到避免尖峰用電負荷與產生高電價的狀況，依據實際運用案例，該系統可為使用者帶來尖峰耗電減少 2,400kW (約降 32%)(圖

2.1.13)及每部電動車節省約 250 歐元之效益。Bosch 未來發展目標為提高能源管理系統的靈活度，並儘快於動態的物流系統中提供最佳充電計畫。



資料來源：本計畫擷取自[49]。

圖 2.1.12 Bosch 推出之智慧充電管理系統



資料來源：本計畫擷取自[49]。

圖 2.2.13 智慧充電降低用電峰值與貨幣市場最佳化的影響關係

### ③Vector

德國 VECTOR 推出之商業化 Vector Charging Station Management (vCharM)系統如圖 2.1.14 所示，該系統支援 CCS 與 CHAdeMO 等充電站標準及 OCPP 通訊標準，內建之智慧負載管理(Intelligent Load Management)系統將電動車管理分成靜態式負載管理、動態式負載管理與排程式負載管理如圖 2.1.15 所示。

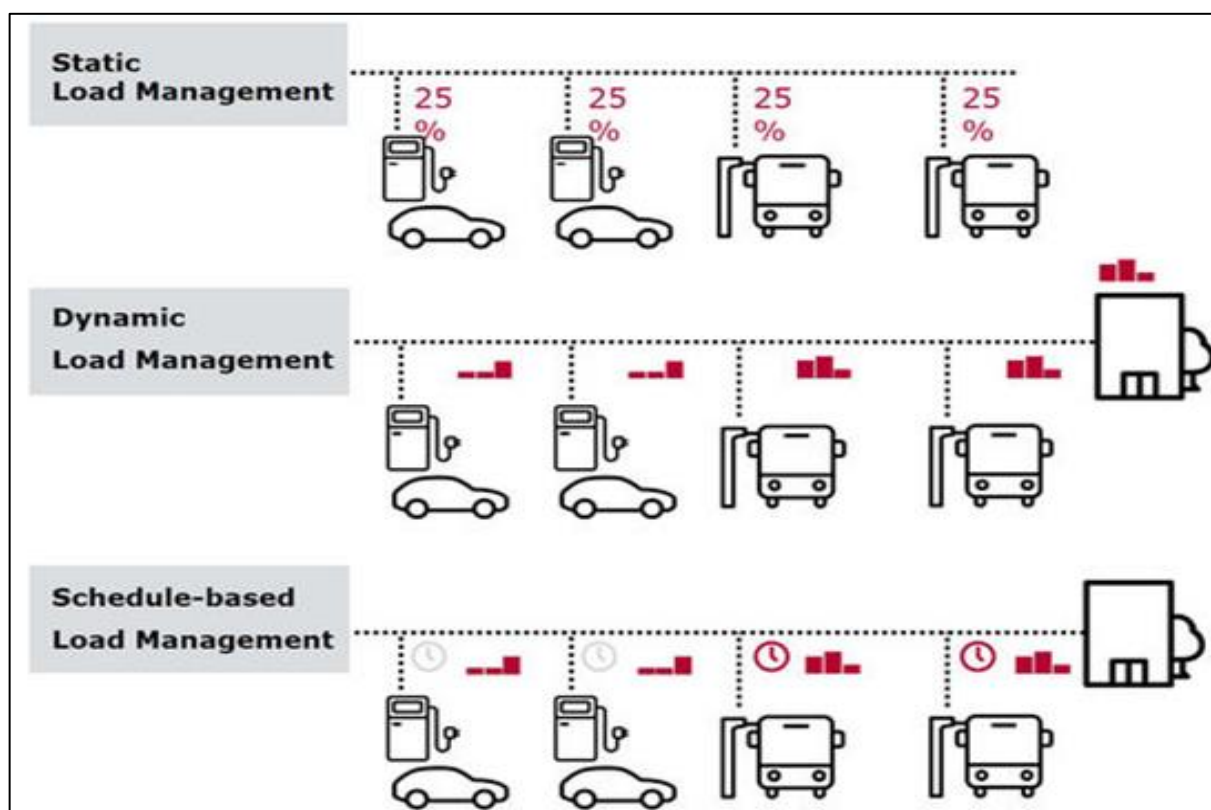
- A. 靜態負載部分，充電站之額定總輸出功率會平均分配到每個充電樁，因此隨著使用的充電樁越多，每個充電樁分配到的電力將會遞減。
- B. 動態負載部分，則是進一步考量充電設施本身之耗電量，再動態分配剩餘電力至各個充電樁中，因此分配的結果是動態變化。
- C. 排程式負載管理則會將車輛出發時間、所需電力與其他車輛優先權等級納入配電系統中，使需更早離開充電站之電動車可被更快速地充電。



資料來源：本計畫擷取自[50]。

圖 2.1.14 德國 VECTOR 推出之 vCharM 充電管理系統





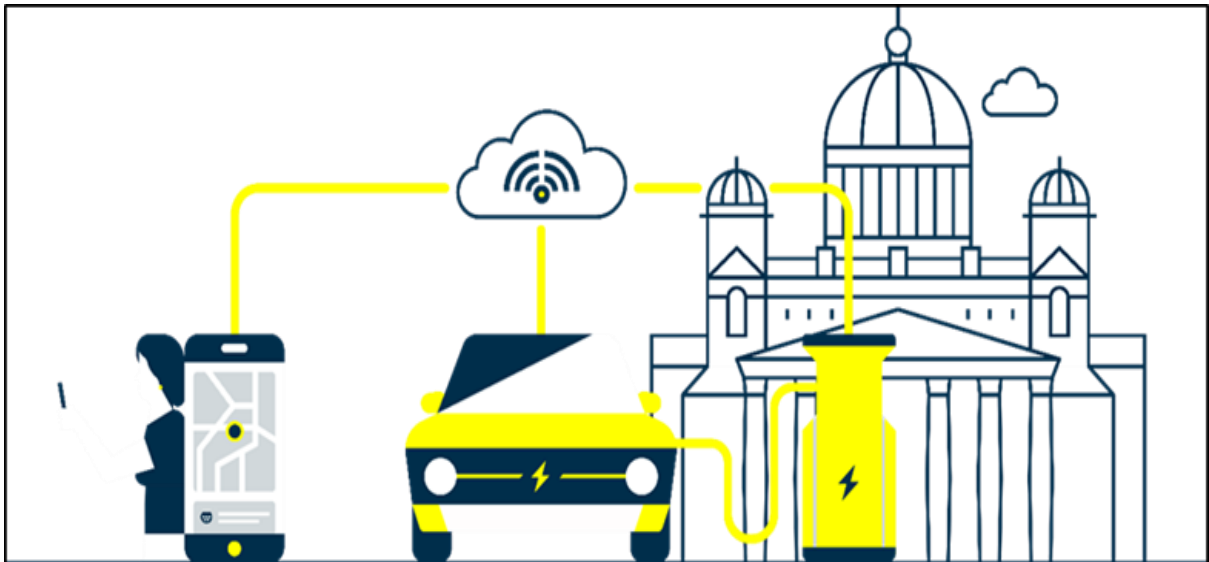
資料來源：本計畫擷取自[50]。

圖 2.1.15 德國 VECTOR 之智慧負載管理系統

#### ④Virta

Virta 係由 18 家芬蘭能源公司於 2013 年 12 月共同成立，為電動運具充電和智慧充電管理系統的服務商，旨在建立全國性的充電網絡，並為未來大眾運輸充、用電做準備。目前共有來自 28 個國家/地區的 300 多家充電網絡業者採用 Virta 智慧充電系統為電動汽車進行充電服務。Virta 後端之 OCPP 與大部分的充電設施可兼容，以提供所有充電規格智慧充電服務，並實現對充電站的遠程控制及電價即時監控。

Virta 目前已為芬蘭的赫爾辛基市(Helsinki)和圖爾庫市(Turku)的電動大客車與電動小客車提供智慧充電的服務(圖 2.1.16)。Virta 與赫爾辛基市交通局合作於 2017-2018 年部屬多個 400kW 的隨機充電樁 (opportunity chargers)；圖爾庫市則部署 2 個 300kW 隨機集電弓式跟 6 個 50kW 定點插槍式的充電樁於調度站。



資料來源：本計畫擷取自[51]。

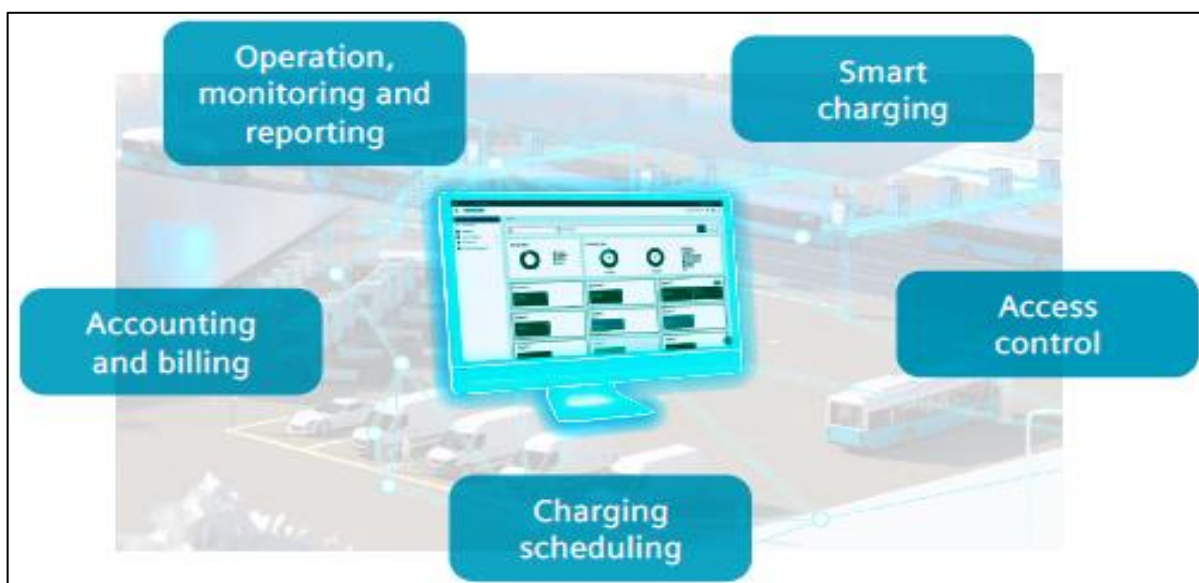
圖 2.1.16 Virta 智慧充電服務示意圖

#### ⑤Siemens

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，包含「操作、監控和報告」、「智慧充電」、「使用權控制」、「充電排程」、「費用計算」，如圖 2.1.17 所示；另亦提供充電站雲端服務，其充電型態包含隨機集電弓式與定點插槍式，充電介面規格為歐規的 CCS2，包含各式管理、排程與控制功能，以協助業者進行充電管理，服務項目包括 Care、Connect、Charge 與 Control 四個模組，如圖 2.2.18 所示，使用者可依照自身需求挑選適合自己的模組服務，其中，在智慧充電部份，可預先設定於 2-8 小時內以 2 小時間隔進行充電排程，藉此避開尖峰用電負荷以節省電費。

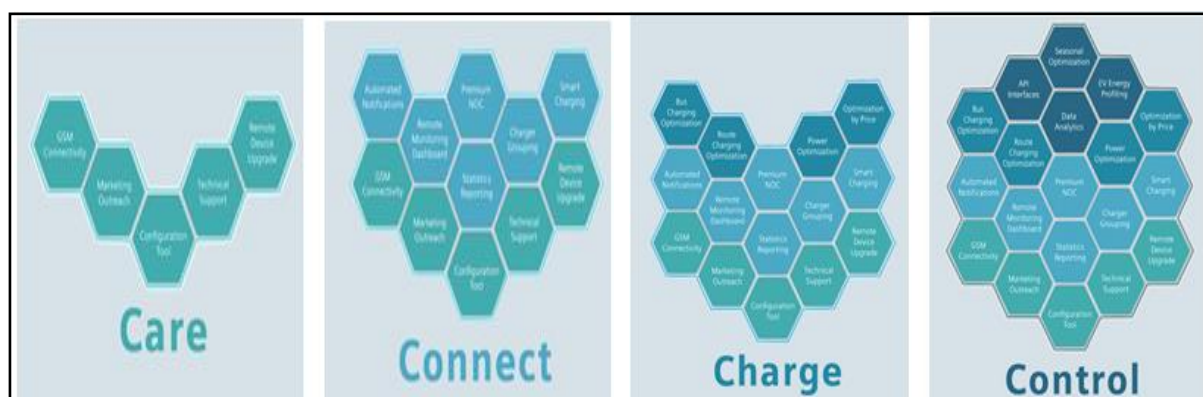
另外於 2021 年 7 月，西門子與自動駕駛和電動運輸系統開發商 Einride AB 合作研發自動充電系統，當車輛停放於指定位置後，自動充電系統能感測到車輛位置，並自行為車輛提供充電服務。





資料來源：本計畫擷取自[52]。

圖 2.1.17 德國 Siemens 公司之整合解決方案服務



資料來源：本計畫擷取自[52]。

圖 2.1.18 德國 Siemens 公司之充電站雲端服務

#### ©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和電動卡車基本資料為電動大客車及電動卡車營運商提供充電管理與車輛營運性能掌握等 服務。ViriCiti 2019 年 10 月推出“混合車隊”的營運監控平台，由柴油大客車、油電混合大客車與電動大客車共計 430 輛，充電型態包含在途集電弓式與定點插槍式，透過雲端監視系統(圖 2.1.19)並結合電信和車輛追蹤技術，用於改善電動卡車和電動大客車的日常運行。因每輛車

輛都配備了車載機，該車載機將所有車輛數據發送到經 ViriCiti 加密過的雲端伺服器。在這些伺服器上對數據進行即時處理和分析，並將其轉換為儀表板，供決策者做參考。

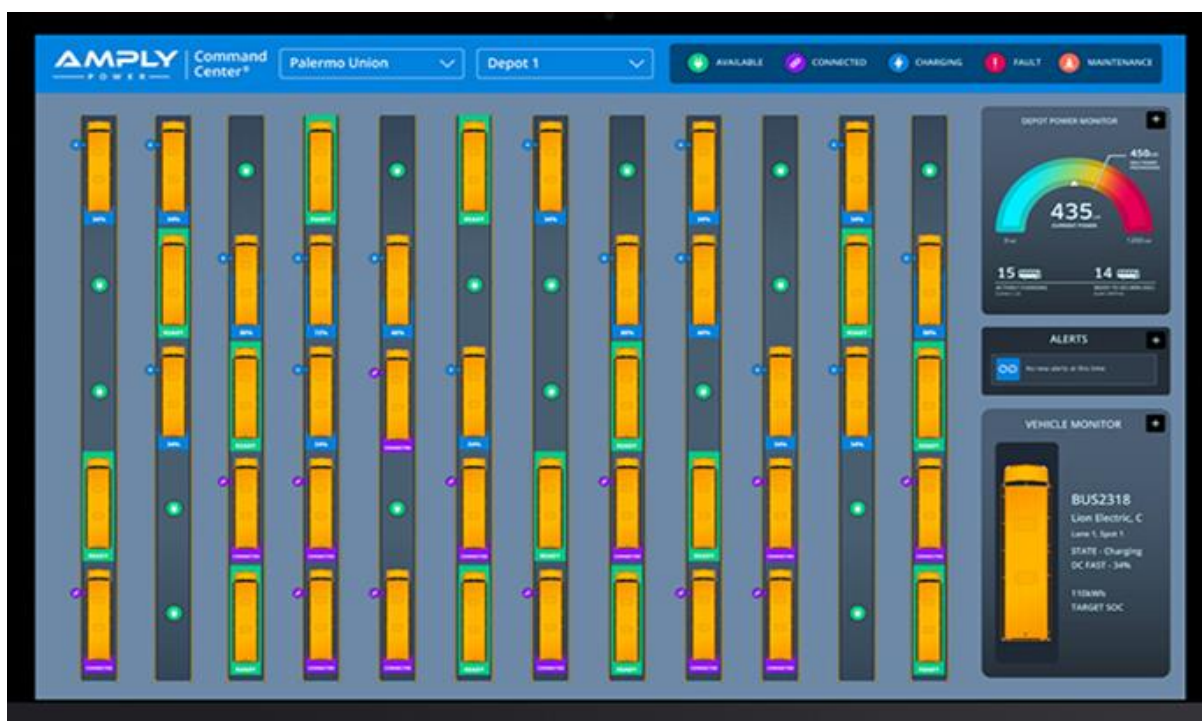


資料來源：本計畫擷取自[53]。

圖 2.1.19 ViriCiti 智慧充電監控

⑦AmPLY Power

配合美國加州 Tri Delta Transit 於 2018 年啟動的電動大客車計劃，AMPLY Power 於 2019 年秋季引入 Charging-as-a-Service 平台(以下簡稱 CaaS 平台，如圖 2.1.20)，該平台能透過智慧運算，挑選電費較低的離峰時段進行充電，並確保用車時電力是充足的，依據相關數據顯示，Tri Delta 透過使用 CaaS 平台的充電管理軟體，可達成每年 40%的節能目標，進入夏季後，尖峰用電費率落差更大，使得使用智慧充電管理的效益更為明顯。



資料來源：本計畫擷取自[54]。

圖 2.1.20 Charging-as-a-Service(CaaS)平台服務

#### ⑧ 國家電網-河南省電力公司

河南省電力公司於 2018 年 7 月建立並營運鄭州世紀家園小區規模化電動汽車智慧充電，該智慧充電為中國境內首個具有規模之智慧充電案例。為滿足居民充電需求及解決變壓器容量不足等問題，國家電網-河南省電力公司按照國家電網公司對於家庭電動汽車「80%在居住區充電、80%使用離峰電」及做好居住區「一車一樁」供電服務，按照「先來先充」原則制定智慧充電計畫。

其智慧充電樁的輸出功率範圍為 1.3kW-7kW(圖 2.1.21)，充電設施之建置無需擴增目前的區域電網，夠使用現有區域電網容量，且不影響該區居民正常用電；在充分運用現有電網資源的基礎上，當社區於用電尖峰時用電負荷過大，智慧充電樁會降低輸出功率，保證居民生活用電；在社區用電低峰期，充電樁會提高輸出功率，充滿電後系統會自動識別停止，用戶也可通過手機監測到整個過程。





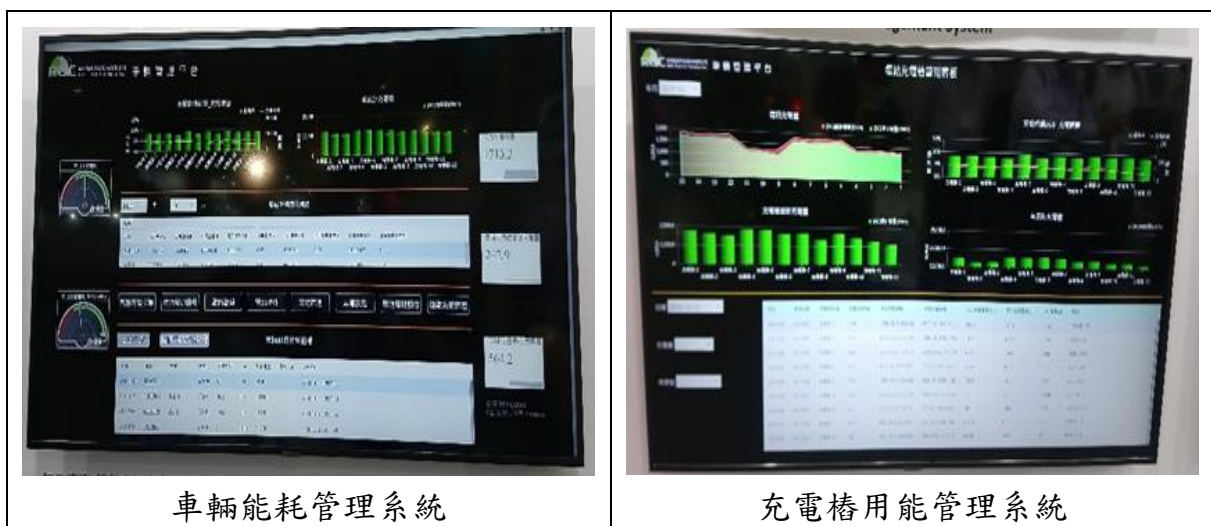
資料來源：本計畫擷取自[55]。

圖 2.1.21 國家電網-河南省電力公司之智慧充電樁

## (2) 國內業者

### ① 車王電子

欣欣客運已導入車王電子開發之具 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；本系統可透過遠端電腦按個別車輛之所需里程、剩餘電量及排班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 2.1.22 及圖 2.1.23 所示。



資料來源：本計畫整理。

圖 2.1.22 車王電子充電管理系統



資料來源：本計畫整理。

圖 2.1.23 車王電子電池能源管理系統

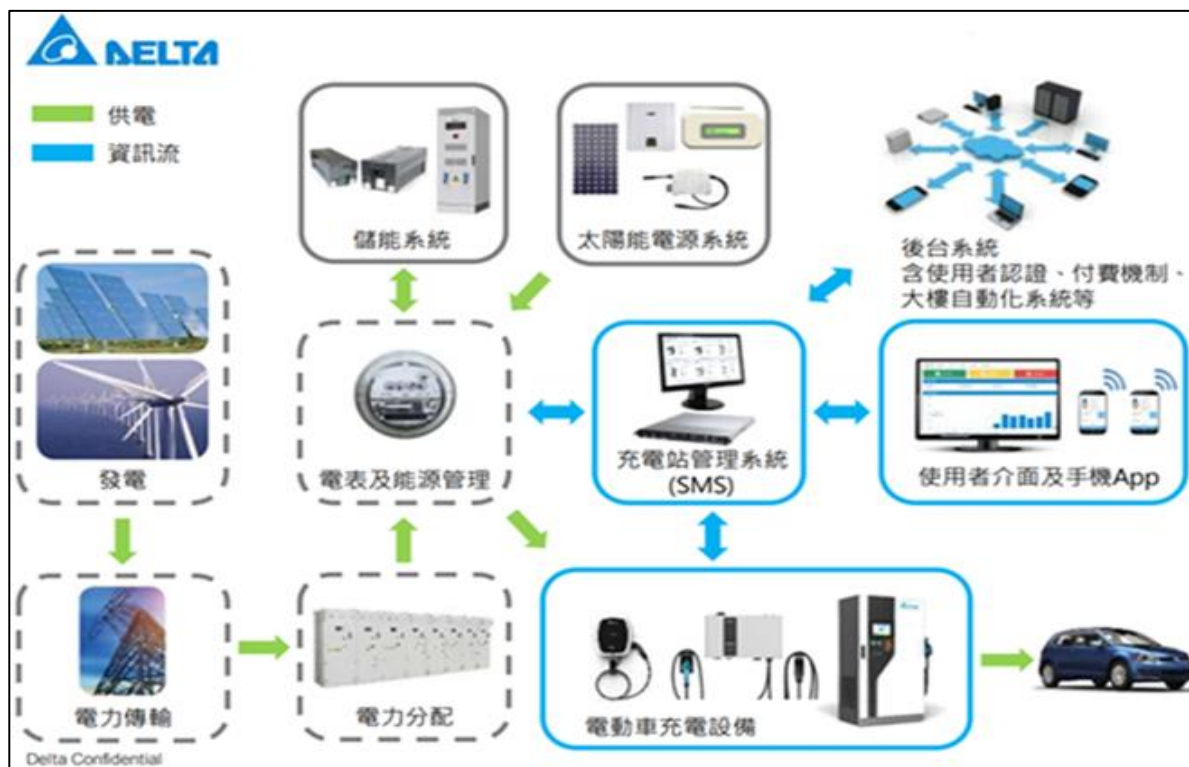
## ②台達電子工業股份有限公司

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 2.1.24。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：

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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。



資料來源：本計畫擷取自[56]。

圖 2.1.24 台達之電動車充電解決方案

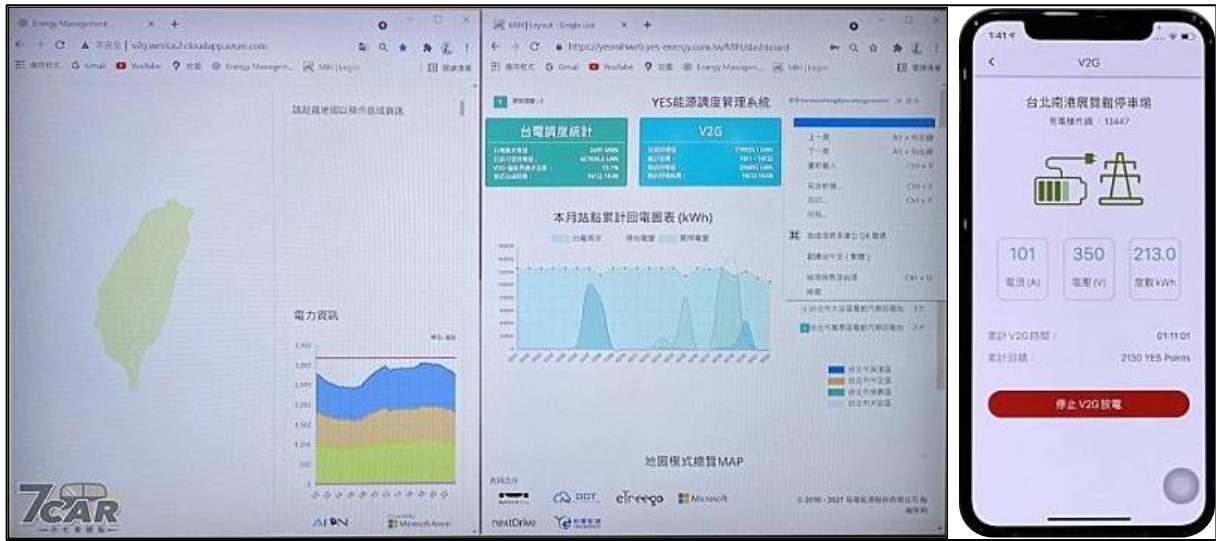
### ③起而行

起而行綠能是 2017 年由臺灣工研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。

截至目前為止，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，也能達到充電的最佳化。



近期起而行與 MIH(電動車平台聯盟)、裕電能源、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(圖 2.1.25)，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，將一部滿充 90 度電的電動車供應 4 人共 7 天的用電需求。



資料來源：本計畫擷取自[57]。

圖 2.1.25 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(圖 2.1.26)，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[58]。

圖 2.1.26 飛宏電動車充電軟體解決方案

另外，本計畫蒐集了國內外智慧充電排程相關文獻（如表 2.1-3），其中，雖然基因演算法相對成熟，但因其演算及求解速度過慢，無法因應即時性的大客車排班調度需求，故本計畫後續將採用粒子群演算法，在電網及 PEV 能源限制下，提供前一日 PEV 能源調度排程，目標為成本最小化。而在智慧充電應用案例部分（如表 2.1-4 及表 2.1-5），國外的 Bosch 開發智慧充電管理系統，考慮個別車輛需求、電價、再生能源可行性、充電站負載情形等，達到避免高峰用電負荷與產生高電價的狀況；Vector 開發 vCharM 智慧充電管理系統，藉由內建之智慧負載管理系統進行靜態及動態智慧充電排程管理，支援 CCS 與 CHAdeMO 充電接口及 OCPP 通訊標準；另外，國內亦有台達電子電動車智慧能源解決方案、車王電子智能化電池能源管理系統、起而行智慧能源調度管理系統及飛宏科技電動車充電軟體解決方案等。



表 2.1-3 最佳化智慧排程充電策略

研究方法	求解內容
粒子群演算法	• 在電網及 PEV 能源限制下，提供前一日 PEV 能源調度排程，目標為成本最小化。
基因演算法	• 最佳化充電排程。 • 最佳化行駛路線、充電方式與充電樁選址。
改良式基因演算法＋交叉熵法	• 最小化總營運成本以及提高營運效率。
化學反應演算法	• 以平順化電力系統負載曲線為目標，解決 PEV 排程問題。
用離散型事件模擬法	• 建立電動大客車充電排程模擬程式，得到總成本最小之車輛與充電樁組合。
基於儲能及電動車排程之儲能與契約容量最佳化法	• 集中式儲能系統充放電最佳化排程＋電動車雙向充放電(G2V/V2G)最佳化排程。
混合整數規劃	• 最小化電動大客車營運成本為目標，求出最佳化充電排程模式。

資料來源：本計畫整理。

表 2.1-4 國外智慧充電應用案例彙整

業者		運用案例	案例說明
國外業者	Bosch	Bosch 智慧充電管理系統	• 考慮個別車輛需求、電價、再生能源可行性、充電站負載情形等，達到避免高峰用電負荷與產生高電價的狀況。
	Vector	vCharM 智慧充電管理系統	• 藉由內建之智慧負載管理系統進行靜態及動態智慧充電排程管理。支援 CCS 與 CHAdeMO 充電接口及 OCPP 通訊標準。
	Virta	Virta 智慧充電管理系統	• 提供所有充電規格智慧充電服務。 • 實現充電站遠程控制及電價即時監控。

資料來源：本計畫整理。

表 2.1-4 國外智慧充電應用案例彙整(續)

業者		運用案例	案例說明
國外業者	Siemens	充電站雲端服務	•提供不同充電方案組合，在智慧充電部份，可預先設定於 2-8 小時內以每隔 2 小時間進行充電排程，藉此避開尖峰用電負荷進而節省電費。
	Amplify Power	CaaS 平台智慧充電管理軟體	•透過 CaaS 平台的智慧運算，挑選電費較低的離峰時段進行充電。
	Driivz	智慧能源管理解決方案	•達到電網最佳利用、平衡全天候能源需求及降低成本。 •減少尖峰時段電動車充電數，並將離峰時段之電量儲存起來供尖峰時段使用。
	國網電動汽車公司	電動汽車智慧充電計畫	•依據社區用電狀況，智慧調節充電樁輸出功率。

資料來源：本計畫整理。

表 2.1-5 國內智慧充電應用案例彙整

業者		運用案例	案例說明
國內業者	台達電子	電動車智慧能源解決方案	•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。 •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。
	車王電子	智能化電池能源管理系統	•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。 •透過遠端電腦按照個別車輛所需里程、剩餘電量級班表，進行充電排程規劃，有效降低契約容量及電費支出。
	起而行	智慧能源調度管理系統	•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。
	飛宏科技	電動車充電軟體解決方案	•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。

資料來源：本計畫整理。

### 2.1.3 國內外電動大客車充電系統趨勢小結

目前全球提倡低碳排放和解決能源問題，促使 PEV 年銷量快速增長，加快傳統電力系統轉換為智慧電網之速度。在智慧充電運作原理部分，目前主流的充電方式為單向充電技術，通過自動化充電控制模組以及電網和車輛、充電樁之間通訊傳輸，讓電網控制充電的時間，進而達到用電負荷的管理和平衡，而雙向控制充電技術可以透過電動運具與電網互動，提供相關調峰、調頻等支持電網運行的輔助服務；從智慧充電發展趨勢來看，V0G、TC、V1G 皆已發展成熟，而雙向控制充電的 V2G 技術能力，可達到減少尖峰用電頻率以節省成本，同時利用能源管理系統進行旅運規劃與充電規劃，滿足旅運需求，然目前大部分城市的規劃，仍然停留在電動運具如何透過 V1G 來減輕電網負擔，鮮有整體性的 V2G 規劃。

目前我國正推行大客車全面電動化，預計 2030 年逾 16,000 輛柴油大客車將轉為電動大客車，客運站或調度站若維持傳統的充電模式進行大規模車輛充電，則必定超出區域電網負荷，針對上述情形，國外目前的最佳解決方案是採取智慧充電。其解決方案之特點在於同一區域電網需建置更多的充電設施時，透過使用智慧充電系統或軟體進行輸配電的控制，對供電時段能有效提供削峰填谷的作用，即無需升級當前的區域電網之契約容量，或在有限的供電量中，達到用電之供需平衡。

在充電規格部分，CCS 比 GB/T 具備更高的充電電流和充電功率，隨著電池科技的演進，可提供電動大客車更快的充電速率，縮短充電時間；另外，CCS 比 CHAdeMO 具備更高的充電電流，並有相同的充電功率，然因目前市場無支援 CHAdeMO 液冷式充電線纜組產品，故目前 CHAdeMO 最大充電功率僅為 120KW。

## 2.2 國內外電動車充電設備相關補助作法

### 1. 國內

為實現 2030 年國內大客車全面電動化之政策目標，交通部及環保署持續研擬電動大客車推廣策略後續發展，並依推動方式分為一般型計畫及示範計畫，對於充電設備補助部分，無論一般型計畫或示範計畫，皆含在甲、乙類車體補助裡，補助相關內容如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 電動車充電設備補助相關內容

項目	示範計畫補助 (民國 109 年 11 月 16 日修訂及 民國 109 年 11 月 17 日發布)	一般型計畫 (民國 109 年 7 月 29 日修訂公布)
補助 內容	<ul style="list-style-type: none"><li>• 甲類(含電池)補助上限每輛 550 萬元；乙類(含電池)補助上限每輛 280 萬元；行政院環境保護署另增加補助每輛 150 萬元。</li><li>• 分期撥付<sup>註 1</sup>：第一期 30% (簽約)、第二期 10% (開始營運)、第三期 20% (營運第 1 年期滿後，且達成補助條件)、第四期 20% (營運第 2 年期滿後，且達成補助條件)、第五期 20% (第 3 年期滿後，且達成補助條件)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 補助車體(含電池)總價之 49%；甲類(含電池)補助上限每輛 333.8 萬元，乙類(含電池)補助上限每輛 260 萬元。</li><li>• 分期撥付：第一期 70% (簽約)、第二期 10% (營運第 1 年期滿後)、第三期 10% (第 2 年期滿後)、第四期 10% (第 3 年期滿後)。</li></ul>

註：1. 示範計畫申請規定單一車廠參與示範計畫 100 輛上限原則係以年度計算，當年度所剩車輛數餘額原則併明年度車輛額推動。

2. 車載機資料傳輸接收完整比率及每班次動態定點資料完整性未達 80% 之班次，不納入每車年營運里程及每年班次妥善率之計算。

資料來源：本計畫整理。

### 2. 國外

#### (1) 美國

為達到 2030 年零碳排放，自 2021 年 3 月，美國政府提出 2 兆美元的「美國就業計畫」(American Jobs Plan)(圖 2.2.1)，其中包含了 1,740 億美

元的電動汽車扶持計畫，以支持國內電動汽車製造、電池開發及其他零組件生產，而在充電基礎設施部分，預計 2030 年前布建 50 萬座電動車充電站，並投入 150 億美元用於充電基礎設施之建置及安裝。

美國總統拜登於 2021 年 8 月宣示 2030 年電動車占新車銷售量的 50% 之政策目標，而美國電動汽車普及化的時間表其關鍵取決於目前國會中的兩項立法，分別是 3.5 兆美元預算計畫和 1.2 兆美元的兩黨基礎建設法案，其中，兩黨基礎建設法案包含用於在全國地區興建電動車充電站的 75 億美元。

美國就業計畫-2.25兆美元			
電動車領域：1,740億美元			
刺激需求	製造與供應	充電基礎設施	研究創新
<ul style="list-style-type: none"><li>• 購買美國生產電動車享稅收抵免</li><li>• 250億美元用於購買零/低碳排巴士</li><li>• 200億美元用於汰換20%校車為電動校車</li><li>• 聯邦政府公務車隊換為電動車</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 提供電動車製造商稅收抵免、鼓勵建置電池生產設備</li><li>• 鼓勵中、重型電動車輛在美生產</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2030年之前佈建50萬座電動車充電站</li><li></li><li>• 150億美元用於充電基礎設施之建置及安裝</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 清潔能源及電池領域研發工作</li></ul>

資料來源：本計畫擷取自[59]。

圖 2.2.1 美國就業計畫電動車相關政策重點

(2) 日本

日本早於 2010 年已開始實施電動車普及政策，並制定 2030 年次世代汽車(包含油電混合車、電動車、燃料電池車)販售占比 50%至 70%之政策目標，具體推動作法大致包括補助開發關鍵技術、補助購買電動車、補助增設充電樁、制定節能法促進車廠轉型生產節能車(電動車)等 4 大策略。

在主導政策方面，運輸淨零排放相關政策主要是由經濟產業省、國土交通省和環境省來執行。其中經濟產業省負責儲能電池、氫能與燃料氫的



技術研發、充電站及加氫站的設置、推動電動車發展的補助措施；國土交通省負責推動電動車發展之相關道路基礎建設、研發省能鐵道車輛、推廣綠色物流、發展碳中和港、零排放商船的研發、以及實現航空領域淨零；環境省則負責引領並推動產業的脫碳及檢討 2050 年實現碳中和之中長期溫室氣體減排措施。

日本中央政府針對各式電動車的購買、充電站及加氫站的設備與施工費有提供相關的補助制度(表 2.2-2)，補助對象包含汽車運輸業者、地方政府、企業、民間團體、個人、貨車及公車業者等，其中針對增設充電樁補助部分，優先補助高速公路休息站、旅館及商業設施增設充電樁，補助費用為[設備價格的 1/3]或[設備價格的 1/4 加施工費]，單座充電樁之補助金額最高可達 180 萬日圓，目標在 2030 年前將充電站網絡從當前的約 3 萬座擴充至 15 萬座，並於新追加預算中提列約 65 億日圓，但這筆金額預料最多只能涵蓋幾千個充電站的建設。

表 2.2-2 日本中央政府補助制度

地方交通綠化之次世代自動車普及促進事業	
補助對象	汽車運輸業者
補助項目	純電動車(BEV)、插電式混合動力車(PHEV)、燃料電池車(FCV)、充電設備、天然氣公車及貨車、混合動力(HEV)公車及貨車
補助金額	<ul style="list-style-type: none"><li>• 純電動公車、燃料電池計程車、超小型純電動車：車輛價格的 1/3</li><li>• 純電動計程車、純電動貨車：車輛價格的 1/4</li><li>• 插電式混合動力計程車：車輛價格的 1/5</li><li>• <b>充電設備：[設備價格的 1/3]或[設備價格的 1/4 加施工費]</b></li><li>• 天然氣公車及貨車、混合動力公車及貨車：一般車輛價差的 1/3</li></ul>

資料來源：本計畫整理。

(3) 中國

自 2016 年以來，財政部、科技部、國家發改委與國家能源局聯合發布「新能源汽車基礎設施獎勵政策及加強新能源汽車推廣應用的通知」，各地方政府陸續推出新能源汽車充電樁補貼政策，表 2.2-3 整理中國各地方對於充電樁的補貼政策。

表 2.2-3 中國各地方充電樁補貼政策

時間	補貼政策名稱	內容
2016/5	上海市鼓勵電動汽車充換電設施發展扶持辦法	<ul style="list-style-type: none"> <li>對專用、公用充/換電設備，給予 30% 的財政資金補貼；對專用、公用充/換電設施，給予運營用電度數補貼(公交環衛等專用樁 0.1 元/kWh，其餘公共樁 0.2 元/kWh)。</li> </ul>
2017/4	武漢市新能源汽車充電基礎設施補貼實施方案	<ul style="list-style-type: none"> <li>對於獨立式公共充/換電站，投資額超過 50 萬元的，按投資額的 20% 一次性發放財政補貼，最高補貼金額不超過 300 萬元/站；對分散式公共充電樁，綜合投資成本和充電樁功率進行一次性補貼，其中直流樁和交流樁分別補貼 600 元/kW 和 400 元/kW。</li> </ul>
2017/6	合肥市新能源汽車推廣應用財政補助管理細則(2017 修訂)	<ul style="list-style-type: none"> <li>對單獨報裝的公用充電樁，按照 0.6 元/kWh 標準給予消費者補貼，由運營商在充電費用中直接扣除；對新購純電動乘用車的個人用戶給予 2,000 元的電費補貼。</li> </ul>
2018/7	順義區 2018 年電動汽車公用充電設施補貼實施細則	<ul style="list-style-type: none"> <li>充電基礎設施可申請不高於項目總投資 30% 的區政府固定資產補助資金支援；新能源汽車使用順義區境內公用充電樁進行充電，給予充電服務費用 50% (最高不超過 0.4 元 kWh) 的補貼。</li> </ul>
2019/1	深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>對直流充電設備給予 600 元/kW 補貼，交流充電設備 (40kW 及以上) 給予 300 元/kW 補貼，交流充電設備 (40kW 以下) 給予 200 元/kW 補貼。單個運營商在深圳市建設充電樁總功率達到 8000kW，方可提出補貼申請。</li> </ul>
2019/3	《關於進一步完善新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》	<ul style="list-style-type: none"> <li>過渡期後不再對新能源汽車(新能源公車和燃料電池汽車除外)給予購置補貼，轉為用於支援充電(加氫)基礎設施“短板”建設和配套運營服務等方面。</li> </ul>

資料來源：本計畫擷取自[60]。

表 2.2-3 中國各地方充電樁補貼政策(續 1)

時間	補貼政策名稱	內容
2019/5	《綠色出行行動計畫(2019-2022 年)》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 加快充電基礎設施建設。加大對充電基礎設施的補貼力度，將新能源汽車購置補貼資金逐步轉向充電基礎設施建設及營運環節。</li> </ul>
2019/6	《推動重點消費品更新升級暢通資源迴圈利用實施方案(2019-2020 年)》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中央及地方財政繼續對充/換電等基礎設施建設和配套運營服務給予支援，加快大型公共場所充電樁建設。鼓勵國有企事業單位充分利用現有停車場地，按照不低於停車位數量 10% 的比例建設充電設施。鼓勵各地為新能源汽車分時租賃提供停車、充電設施支援。</li> </ul>
2019/8	2019 年廣州市電動汽車充電基礎設施建設補貼資金專案指南	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 補貼標準充電基礎設施建設項目：               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 直流充電樁、交直流一體化充電樁、無線充電基礎設施：按照 200 元/kW 的准補貼。</li> <li>2. 交流充電樁：按照 30 元/kW 的標準補貼。</li> <li>3. 換電設施：按照 1,000 元/kW 的標準補貼。</li> </ol> </li> </ul>
2019/10	成都市支持氫能暨新能源汽車產業發展及推廣應用若干政策實施細則	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 對完成安裝建設的自(專)用充電樁(群)，按照充電設施裝機功率，給予交流充電設施 100 元/kW、直流充電設施 200 元/kW 的一次性補貼，單個充電樁(群)最高 20 萬元。對新建、改建、擴建的經營性集中式公(專)用充/換電站(BOT 充換電站除外)，按照充/換電設施裝機功率，給予交流充/換電設施 150 元/kW、直流充/換電設施 400 元 kW，單個站最高 500 萬元的一次性補貼。</li> <li>• 單個運營商每年在本市新增投運 1,000kW 以上的充電設施方可申報當年補貼。</li> </ul>
2020/3	《深圳市 2019-2020 年新能源汽車推廣應用財政補貼實施細則》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 補貼過渡期後，深圳地補由車輛購置補貼轉為充電基礎設施補貼。補貼標準按照充電設施裝機功率，對直流充電設備給予 400 元/kW 建設補貼；對 40kW 及以上交流充電設備給予 200 元/kW 建設補貼，40kW 以下交流充電設備給予 100 元/kW 建設補貼。</li> </ul>

資料來源：本計畫擷取自[60]。



表 2.2-3 中國各地方充電樁補貼政策(續 2)

時間	補貼政策名稱	內容
2020/3	《關於做好電動汽車充電基礎設施建設運營補貼工作的函》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 從 2020 年開始，海南將對全省電動汽車充電基礎設施分批給予建設運營補貼。</li> <li>• 從 2021 起至 2025 年，充電基礎設施建設運營補貼每年申報一次。為確保補貼資金納入省財政年度預算，每年 2 月底前各市縣充電基礎設施建設主管部門要出具審核意見。</li> </ul>
2020/5	《昆明市加快推進電動汽車充電基礎設施建設實施意見》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 對公用或專用充電設施，按照直流充電設施 250 元/千瓦、交流充電設施 100 元/千瓦的補貼標準給予一次性建設補貼。</li> <li>• 對在主要街道路邊、旅遊景點、交通樞紐等地單獨報裝變壓器容量在 315kVA 以上的集中式充/換電示範站，按照 20 萬元/座的補貼標準給予一次性補貼(市、縣各承擔 50%)。對於集光伏發電、儲能、充電為一體的示範站，按照 50 萬元/座的補貼標準給予一次性補貼(市、縣各承擔 50%)。</li> </ul>
2020/8	《雲南省加快新能源汽車產業發展和推廣應用若干政策措施》	省財政對 2021 年底前新建並投入運營、納入省級平臺的公共直流充電樁按照每千瓦 300 元進行補貼(換電站按照公共直流充電樁標準計算)，公共交流充電樁按照每千瓦 100 元進行補貼。
2020/11	《新能源汽車產業發展規劃(2021-2035 年)》	對作為公共設施的充電樁建設給予財政支持，給予新能源汽車停車、充電等優惠政策。
2021/1	《西安市新能源汽車充(換)電基礎設施建設運營財政補貼實施細則》	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 包含對在西安市新購新能源汽車，且在自有車位上新建固定充電樁的個人給予一次性財政補貼。</li> <li>• 對在本細則執行有效期內建設完成並通過驗收的個人自用充電設施，由西安市財政給予 10,000 元/根一次性建設及電費補貼等。</li> </ul>
2021/4	《2021 年度新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》	對備案充電價格不高於(含)1 元/千瓦時的，按實際充電量給予 0.1 元/千瓦時補貼。

資料來源：本計畫擷取自[60]。

### 3.小結

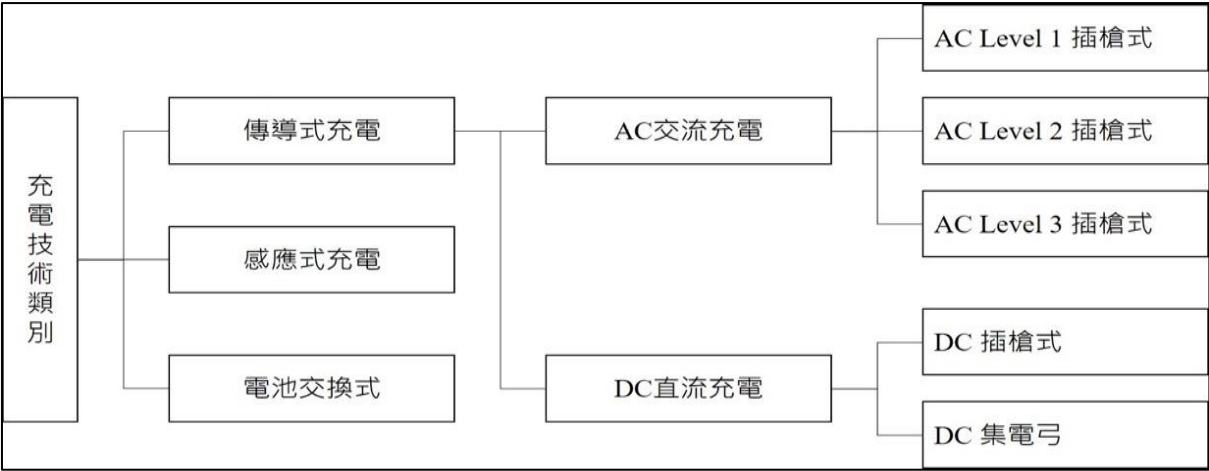
在國內外電動車充電設備相關補助作法部分，各國正積極投資電動車行駛所需的基礎建設，包含大量設置充電站、充電樁及智慧電網等，在充電站建設補助部分，美國分別於就業計畫及兩黨基礎建設法案投入 150 億及 75 億；日本目標在 2030 年前將充電站網絡從當前的約 3 萬座擴充至 15 萬座，並於新追加預算中提列約 65 億日圓；中國則於 2015 年起開始於各省推出充電樁產業財政補貼政策，主要會依據不同的充電設備輸出功率進行分級補貼，並於 2019 年 3 月，規定過渡期後不再對新能源汽車給予購置補貼，轉為支持充電基礎設施建設與營運。

2.3 國內現有電動大客車充電系統使用狀況掌握

2.3.1 國內電動大客車充電系統使用現況

1. 現有充電技術介紹

目前充電技術可分為 DC 直流電(快充)及 AC 交流電(慢充)，DC 直流電可於 30 分鐘內將電池從 0% 充到 70%~80%；AC 交流電則需 3~6 小時才能將電池完全充飽。參考國際間標準電壓，將現有充電技術統整如圖 2.3.1，並分別簡要說明如下，而目前國內主要採用 AC Level 2 插槍式及 DC 插槍式兩種。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3.1 現有充電技術分類圖

(1) AC 交流充電

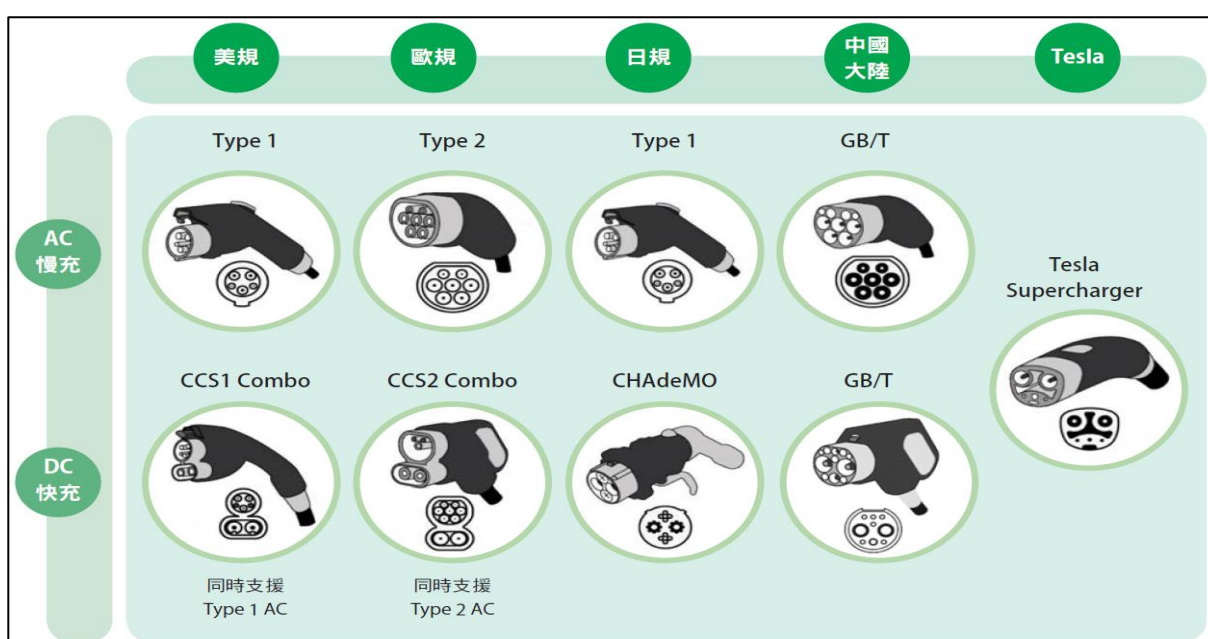
目前 AC 交流插槍式充電為目前最為普遍之充電方式，且採用 AC 交流電比 DC 直流電在成本上較具有競爭力，若採用 DC 直流電必須加裝電流和電壓轉換器，故將影響整體建置成本。

(2) DC 直流充電

相較於交流充電(慢充)，為克服電動大客車需長時間充電的缺點，於是發展出使用直流充電(快充)模式，就是將原本放置於車內負責交流電轉換成直流電的車載充電器移置於車外，並提高轉換功率，而不再受限於車內空間，目前全球並無統一的直流充電介面，各國依據各自條件差異，選擇符合國際標準規格的直流充電。

## 2. 國際發展趨勢與國家標準之充電系統

全球現在約有五種主流的充電規格，包括為歐美紐澳常用的複合性充電系統 CCS1/CCS2(可同時支援快充、慢充)、日規 CHAdeMo(僅支援快充)、中國的 GB/T(可支援快充、慢充)與特斯拉自有規格(可同時支援快充、慢充)；由於涉及到龐大的商業利益，可以預見，全球電動車充電介面規格難以統一，且彼此間無法相容；而國內電動車市場仍在萌芽階段，五種充電規格都有廠商投入設置，隨著電動車數量逐漸增多，無法兼容充電的問題將會嚴重干擾電動車普及使用，不同充電型式與充電介面規格如圖 2.3.2。



資料來源：本計畫繪製。

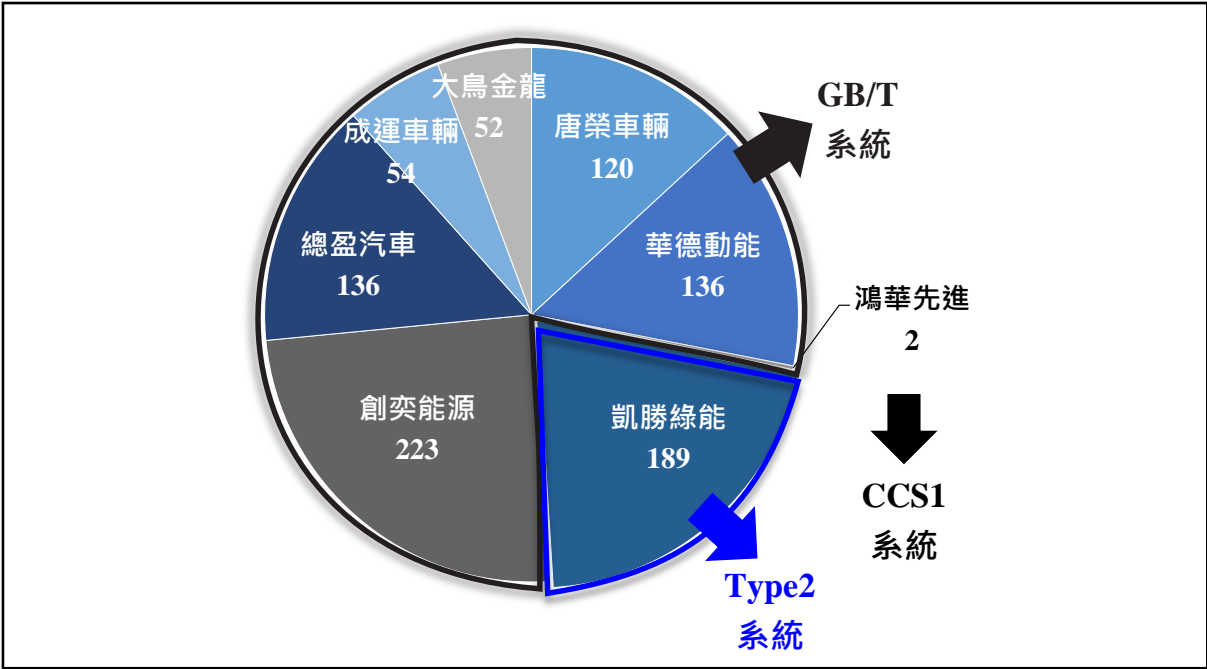
圖 2.3.2 不同充電型式與充電介面規格對應圖

有鑑於此，由工研院、裕電能源、拓連科技、台達電子、華城電機、飛宏科技、起而行綠能等近 50 餘家廠商共同發起成立「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」共同推動電動車充電介面統一。在標準選擇方面，由於臺灣電網架構與美國相近，因此聯盟建議台灣電動車使用與美國相同的充電規格，在此條件下，聯盟也建議後續臺灣電動大客車充電規格統一使用複合性充電系統(Combined Charging System, CCS)規格，以增進充電設備使用率，並降低客運業者導入充電上的限制及增加政府端設置公共充電設施的發展性。

3. 國內電動大客車充電系統使用現況

國內並未針對電動大客車訂定專屬的充電介面規格，而是沿用目前符合國際標準和規範的電動車輛充電系統和介面規格。依據相關統計資料，國內客運業者主要使用電動大客車主要來自包括凱勝綠能、華德動能、創奕能源、成運車輛、唐榮車輛、總盈汽車及鴻華先進科技等車廠，其中，鴻華先進科技於 2022 年 3 月陸續交車予高雄客運及大都會客運，高雄客運預計使用於高雄市「24(區間車)」路線營運，而大都會客運目前規劃於臺北市「22」路線試運行；另外，目前各車廠所使用的充電系統，除鴻華先進與金龍已經使用 CCS1 系統、凱勝綠能為 Type2 交流充電系統外，其餘車廠皆使為 GB/T 充電系統。

依據統計資料顯示，國內使用 CCS1 系統的客運業者總計 5 家共 54 輛車，占總導入數量的 6%；使用 Type2 系統的客運業者(含其他業者)總計 13 家共 189 輛車，占總導入數量的 21%；使用 GB/T 系統的客運業者(含其他業者)總計 30 家共 669 輛車，占總導入數量的 73%，其中以港都客運(總盈/128 輛)、四方客運(唐榮/84 輛)、首都客運(創奕/66 輛)、中鹿客運(創奕 61 輛)及國光客運(成運/57 輛)及占多數。國內各車廠電動大客車數量如圖 2.3.3 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3.3 國內各車廠電動大客車數量

而在車廠針對電動大客車充電介面調整趨勢部份，成運汽車製造股份有限公司目前由經濟部工業局產業輔導中，進行將車端充電介面研改為 CCS1 規格，預計第一批安裝 CCS1 系統的車將交由欣欣客運使用；華德動能亦已宣示後續要朝向 CCS1 系統發展，而凱勝綠能目前仍維持使用 Type2 交流充電系統，不同充電系統之導入狀況如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1 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	港都客運	128	136
		屏東客運	7	
		其他業者	1	
	創奕能源	中鹿客運	61	223
		漢程客運	41	
		興南客運	17	
		中臺灣客運	16	
		指南客運	2	
		首都客運	66	
		臺北客運	20	
	華德動能	欣欣客運	33	136
		指南客運	8	
		大都會客運	20	
		桃園客運	25	
		南臺灣客運	23	
		淡水客運	10	
		科技之星	4	
		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、台北捐血中心、工研院)	6	

資料來源：本計畫整理，最後更新日期為 111 年 3 月 29 日。

表 2.3-1 不同充電系統之導入狀況(續)

充電系統	車廠	客運業者	小計	總計
	唐榮車輛	四方巴士	84	120
		桃園客運	15	
		金門縣公共車船管理處	11	
		豐原客運	10	
	成運車輛	國光客運	54	54
CCS1	大鳥金龍	光華巴士	20	20
		指南客運	12	12
		中興大業巴士	20	20
	鴻華先進	大都會客運	1	1
		高雄客運	1	1
Type2	凱勝綠能	捷順交通	60	189
		大都會客運	20	
		臺北客運	20	
		太魯閣客運	16	
		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	12	
		南臺灣客運	5	
		豐原客運	3	
		新營客運	8	
		其他業者(捷順澎湖分公司)	4	
總計				912

資料來源：本計畫整理，最後更新日期為 111 年 3 月 29 日。

#### 4. 充電規格共用議題

相較於其他電動運具(電動機車、電動汽車)，現況客運業者擁有自有調度場站，故可自行向台電提出用電申請和建置充電站，不過在用電申請部分仍須先向土地所在地直轄市或縣(市)政府之地政單位確認充電站使用地容許使

用項目是否符合「非都市土地使用管制規則」及「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」中容許設置充電站之範疇，使以利客運業者向台電公司合法申請充電場站。

另在充電場域之充電樁充電規格部分，基於營運路線和車輛性能的差異，故在電動大客車導入時，客運業者可能會依據不同需求，導入不同車廠之車輛，但各家車廠搭配的充電樁及充電設施介面不同，可能造成未來客運業者導入之不同廠牌電動大客車面臨充電無法兼容的問題。

## 2.3.2 國內電動大客車充電系統使用議題

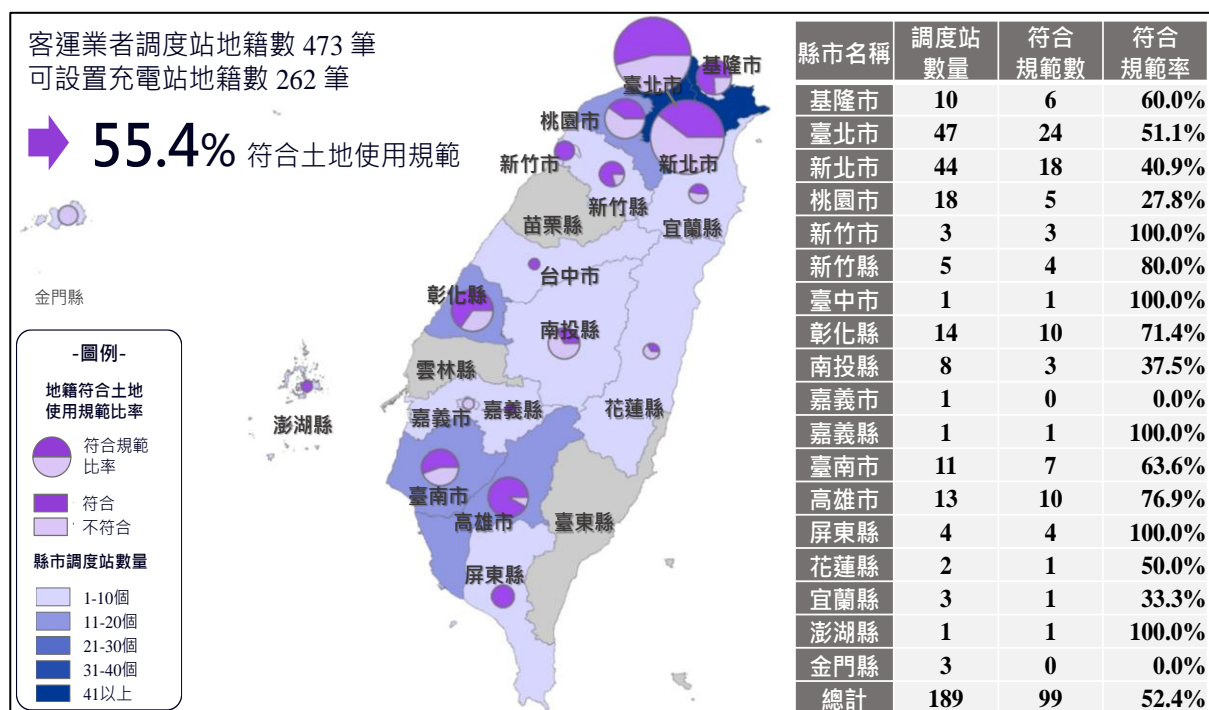
### 1. 國內電動大客車充電站使用狀況

#### (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)執行成果，已掌握客運業者電動大客車充電相關議題，且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，鑒於台電於電源不足時所採用的限制用電政策，將無法保障充電站的供電穩定性。

參考「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」計畫，已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 2.3.4。





資料來源：本計畫擷取自[61]。

圖 2.3.4 國內可設置充電站之調度站圖

目前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，故建議將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。

## (2) 充電站空間限制對車樁比之影響

目前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，則必須擴充充電站使用面積，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將減少近 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。

依據與客運業者訪談得知，欣欣客運目前於木柵站導入 12 輛電動大客車，搭配 12 組飛宏公司的充電樁(DC 直流 60kW 單槍充電)，車樁比為

1:1；另外於深坑站導入 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%用電成本；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。

表 2.3-2 綜整欣欣客運與國光客運之車樁比，由此可知，在相同電池容量的比較基準下，導入智慧充電系統有助於提高車樁比，故建議客運業者在規劃導入電動大客車時應一併導入智慧充電系統，以節省充電站所需空間。

表 2.3-2 不同電動大客車電池容量及其車樁比

客運業者	充電場站	電動大客車導入數量	電池容量	充電樁輸出功率	充電樁數量	車樁比	導入智慧充電
欣欣客運	台北市木柵站	12	282kWh	DC 直流 60kw 單槍	12	1:1	X
	新北市深坑站	22	282kWh	DC 直流 60kw 單槍	11	2:1	✓
國光客運	新北市五股站	30	109kwh	DC 直流 180kw 單槍	6	5:1	X
	嘉義市嘉義廠	22	72kwh	DC 直流 180kw 單槍	6	4:1	X

資料來源：本計畫整理，欣欣客運訪談調查時間為 110 年 8 月 31 日；國光客運訪談調查時間為 110 年 9 月 2 日。

2. 用電費用與供電穩定性議題

目前國內大客車全面電動化正處於推動階段，國內客運業者也逐漸找到對應調度需求之充電模式，而不同的充電模式因充電時段、充電頻率及充電量有所不同，故用電費用也會有所不同；而在供電穩定性部份，為確保電網

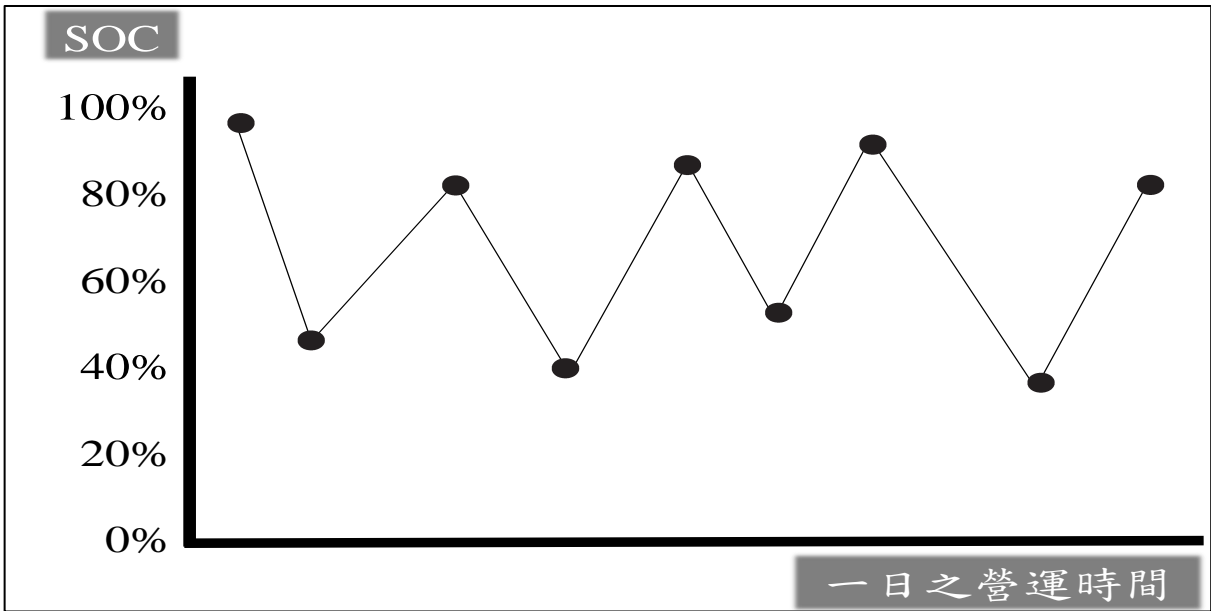
供電的穩定性，台電公司於「台電交易平台」提供三種服務「調頻備轉輔助服務」、「即使備轉輔助服務」及「補充備轉輔助服務」，透過向民間購買服務方式，達到穩定供電品質的目標，惟其僅針對民間發電業及儲能業者，並沒有針對充電場站的供電穩定性措施。以下分別就用電費用及電網供電穩定性進行探討與說明。

(1) 用電費用

①短程補電型

當客運業者為了提高車班調度彈性或基於營運成本上之考量，採購電池容量低於 100kWh(或每日補電若干次)之車輛，在實際營運時，由於採用的車輛電池容量小，因此有單日補電若干次之需求，且此補電方式並不考慮電價費率，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將是不小的負擔。圖 2.3.5 為短程補電型充電示意圖。

- A. 優點：透過高功率充電，可達到在 10-15 分鐘內就可充電達 70%-80%，因此，建置基礎設施時可彈性運用的空間變多。
- B. 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；時間電價對此模式不利。



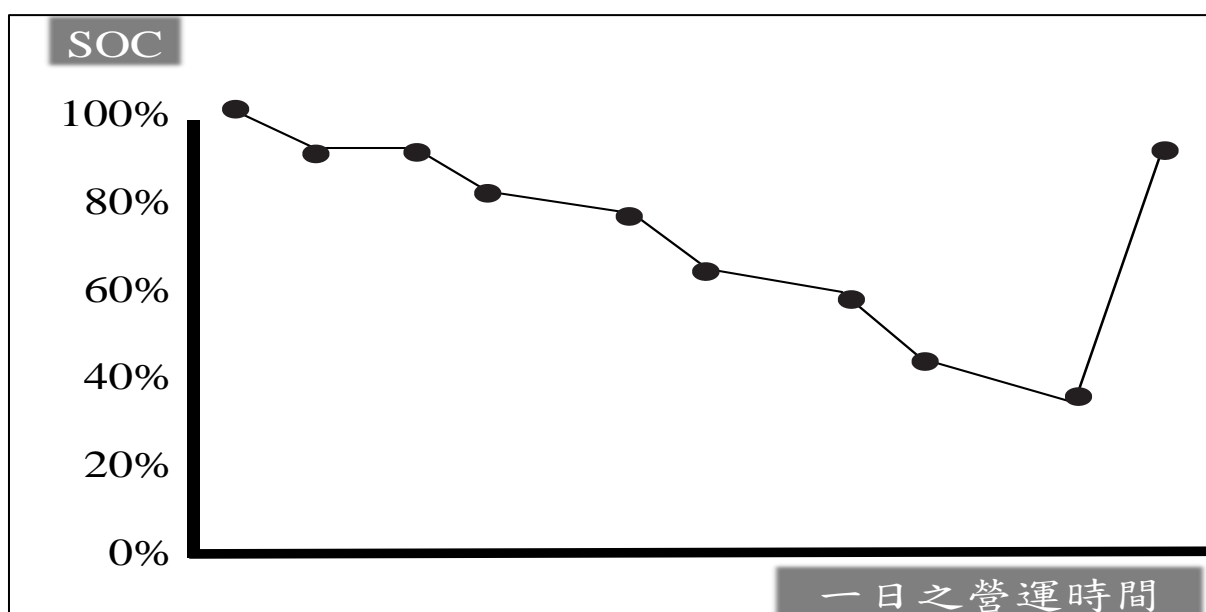
資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3.5 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，採購配置電池容量高於 250kWh (或更高，每日補電若 1~2 次不等)的電動大客車，並採用長程充電型模式，雖然此充電模式是基於離峰電價費率之情形而生，但大部份的車輛集中於夜間離峰時段進行充電，恐造成區域電網超載而影響供電穩定性，圖 2.3.6 為長程充電型充電示意圖。

- A. 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。
- B. 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，可能會超過供電上限。



資料來源：本計畫繪製。

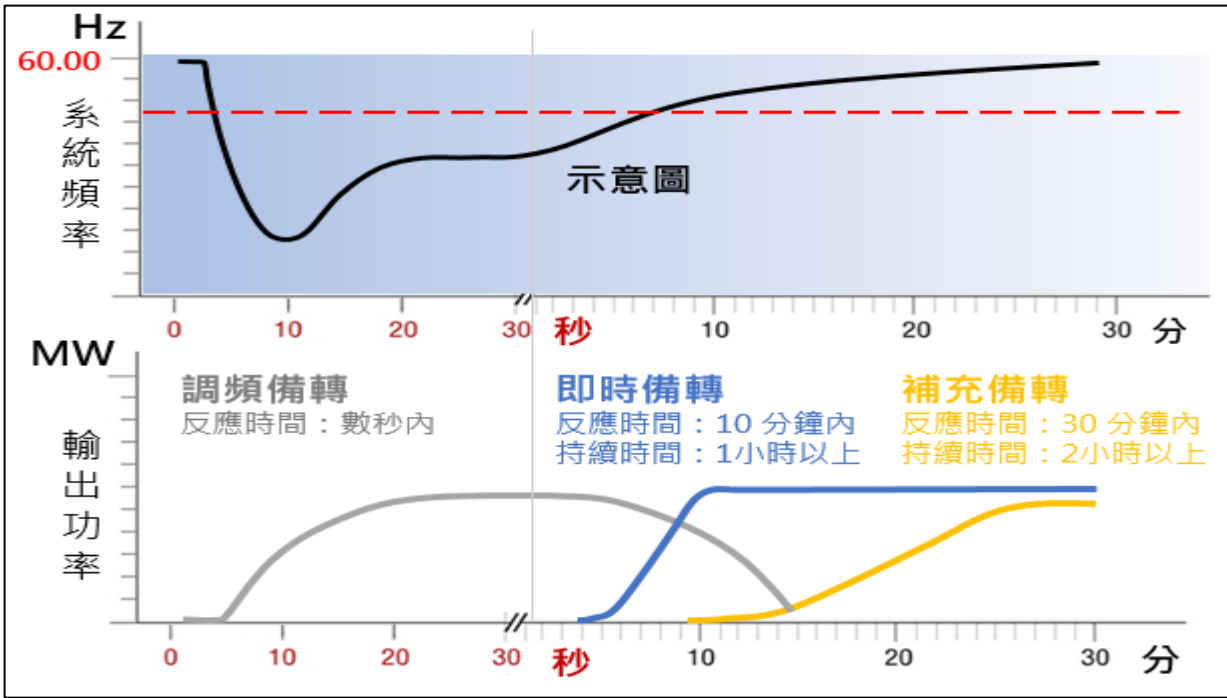
圖 2.3.6 短程補電型充電示意圖

## (2) 供電穩定性

台電公司為確保電網供電的穩定性，透過電力靈活調度、建置新建燃氣機組、佈建儲能系統及提高再生能源比例等方式，以提升電力供應穩定性提升；另外也以向民間購買服務的方式，另外透過「台電輔助交易平台」所提供三項輔助服務，向民間購買服務，以維持電力系統安全穩定運行或遭遇事故後，可使系統恢復正常狀態，該三項輔助服務交易項目包括「調

頻備轉」、「即時備轉」及「補充備轉」。

其中，「調頻備轉」及「即時備轉」以因應供電機組跳機、系統負載突增、系統供需預測誤差等異常事故為主，「調頻備轉」不須接受電力調度單位指令即可自動即時偵測電力系統頻率進行反應，反應完成時間為 1 秒內，持續服務時間達 15-30 分鐘，「即時備轉」則需要電力調度單位下達指令後才有反應，反應完成時間為 10 分鐘內，持續服務達 60 分鐘，並於服務結束後 120 分鐘內恢復待命；而「補充備轉」以因應系統發生事故失去電源時之事故處理為主，需要電力調度單位下達指令後才有反應，反應完成時間為 30 分鐘內，持續服務達 120 分鐘，並於服務結束後 240 分鐘內恢復待命。相關說明如圖 2.3.7 所示。



資料來源：本計畫擷取自[62]。

圖 2.3.7 不同輔助服務之系統調頻時間及反應時間

### 2.3.3 示範計畫電動大客車執行情形

#### 1. 車輛業者資格審查情形

自 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」與同年 11 月 17 日「交通部電動大客車示範計畫車輛業者資格審查作業要點」，得以正式啟動示範計畫申請作業。

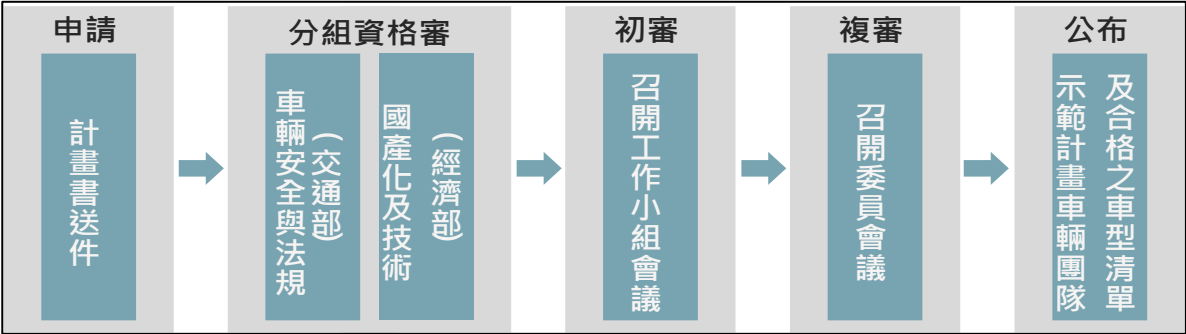


目前示範計畫車輛團隊及車型清單審核之申請案件辦理進度，包括成運汽車製造股份有限公司及華德動能科技股份有限公司已完成第一梯次及第二梯次申請，成運汽車製造股份有限公司於 110 年 2 月及 111 年 2 月各通過二車型之資格審查，華德動能科技股份有限公司於 110 年 2 月及 111 年 2 月各通過一車型之資格審查。示範計畫車輛業者資格申請之廠商名單如表 2.3-3 所示，車輛業者資格申請流程如圖 2.3.8 所示。

表 2.3-3 示範計畫車輛業者資格申請之廠商名單

執行梯次	車輛業者資格申請廠商	車輛型式名稱/車型代碼 車輛分類/車輛使用業別	國產化符合年度	有效期限
第一梯次	成運汽車製造股份有限公司	CB22D1SBTE/ A1118B19A01-05 甲類/市區公車	符合 109 年度 國產化項目及要求	110 年 12 月 31 日
	華德動能科技股份有限公司	RAC-700-ELCB-2790/ A4916B11A02-14 甲類/市區公車	符合 109 年度 國產化項目及要求	110 年 12 月 31 日
	成運汽車製造股份有限公司	CB25D2SBTE/ A1118B19A01-07 甲類/市區公車	符合 109 年度 國產化項目及要求	110 年 12 月 31 日
第二梯次	華德動能科技股份有限公司	RAC700ELCB2800/ A4916B11A02-16 甲類/市區公車	符合 110 年度 國產化項目及要求	111 年 12 月 31 日
	成運汽車製造股份有限公司	CB22D1SBTE/ A1118B19A01-05 甲類/一般公路客運	符合 110 年度 國產化項目及要求	111 年 12 月 31 日
	成運汽車製造股份有限公司	CB25D2SBTE/ A1118B19A01-07 甲類/一般公路客運	符合 110 年度 國產化項目及要求	111 年 12 月 31 日

資料來源：本計畫擷取自[63]複審通過\_資訊揭露(最終版)，最後更新日期為民國 111 年 3 月 24 日。



資料來源：本計畫整理繪製。

圖 2.3.8 示範計畫車輛業者資格申請流程

2. 客運業者示範計畫申請及評選情形

第一批合格車輛業者與車型清單公布後，依據補助作業要點開始受理電動大客車示範計畫補助申請，第一梯次預定補助 300 輛，申請時程原訂至 110 年 5 月底截止，後因新冠肺炎疫情三級警戒延長至同年 7 月底。

依據目前初步掌握之公開資訊，截至 110 年示範計畫申請結束 (110 年 7 月 31 日)，申請示範型計畫的電動大客車數量為 378 輛，實際通過示範計畫補助車輛數為 134 輛，充電皆採 GB/T 系統。110 年通過示範計畫之申請單位、路線及車輛數整理如表 2.3-4。另目前進行之 111 年示範計畫申請，已開始有客運業者以採用 CCS 系統之車輛提出申請。

表 2.3-4 通過 110 年示範計畫路線營運申請之單位及路線

申請單位	車輛業者	車輛行駛道路類型	核定補助路線	核定補助車輛數
彰化縣政府+公路總局臺中區監理所、彰化客運	成運汽車	市區公車	7 路	6 輛
		一般公路客運	6903、6903A、6904、6906、6907、6912	23 輛
臺中市政府、台中客運	華德動能	市區公車	304 路	29 輛
高雄市政府、南臺灣客運	華德動能	市區公車	90 民族幹線、3 路、16 路	20 輛
臺北市府、首都客運	華德動能	市區公車	信義幹線	30 輛
新北市政府、臺北客運	華德動能	市區公車	656 路	26 輛

資料來源：本計畫整理，最後更新日期為民國 111 年 3 月 24 日。

## 2.4 電動大客車智慧充電系統發展潛力分析

SWOT 分析又稱為態勢分析法，它是由舊金山大學的管理學教授衛里克於 20 世紀 80 年代初提出來的。分析時，包含了『行銷五力』分析因素，即總體環境分析、產業分析、消費者分析、競爭者分析及自我分析。

目前國內智慧充電技術仍屬發展提升階段，且整體推動尚須仰賴基礎設施、電力供應、政府輔導與政策等軟硬體配套措施與機制建立，經 SWOT 分析可了解充電系統及智慧充電技術未來的優勢、劣勢、機會與威脅，並綜整如表 2.4-1 所示，後續會持續蒐集充電系統及智慧充電技術發展狀況，進而提出產業發展策略。

### 1. 優勢

- (1) 經濟部輔導國內業者發展充電介面研改技術，如與工研院、充電設備供應商『起而行綠能公司合作』合作，提出解決車端充電介面方案，
- (2) 國內充電設備產品發展成熟並已行銷全球，如台達之全球電動車動力系統市占率達 10%，並已開發具有雙向充放電的充電樁；飛宏於全台電動大客車充電樁市占率 90%，未來將運用微軟雲端與數據多項解決方案拓展歐美市場，另外，近期偕同東元電機與美國 Getka Manufacturing 簽署合作意向書，在奧克拉荷馬州生產製造電動車快速/急速充電樁，進軍美國商用、都市客運和公部門巴士電動車電源供應。
- (3) 「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」已建議將國內汽車充電介面優先使用 CCS 1 介面，降低業者充電使用的複雜性，以利政府端加速設置公共充電設施及未來電動車產業發展的推動。

### 2. 劣勢

- (1) 依據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」篩出國內目前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(最後更新日期為 109 年 9 月)；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，故業者在用地申請之難度較高。
- (2) 國內目前電動大客車導入規模不大，充電樁數量少，且現況缺少導入電動大客車智慧充電技術的代表案例，造成客運業者無法評估導入智慧充電技術的效益高低，進而影響導入智慧充電技術的意願。
- (3) 有鑑於台電針對電源不足時之限制用電政策，及國內電動大客車充電



措施配套不完整(如當針對充電站供電不足時之用電政策尚未建立)，故無法保障充電站供電穩定性。

- (4) 目前部分客運業者已導入不同廠牌之車輛，可能出現客運業者車輛間無法兼容充電之問題，如指南客運導入創奕能源及華德動能的車輛，並分別使用飛宏科技及車王電的充電樁；豐原客運則導入唐榮車輛及凱勝綠能的車，並分別使用飛宏科技及凱勝綠能的充電樁，其他有導入不同車廠之車輛的客運業者包括桃園客運及國光客運。

### 3. 機會

- (1) 政府積極投入資源協助電動運具成長，如 2021 年行政院要求經濟部全盤思考及統籌規劃布建公共充電樁之上位政策，經濟部也已召開多次跨部會會議整合推動中，以期建置廣泛且可靠的充電基礎建設，帶動充電環境正向發展。
- (2) 台電目前參考美國加州案例，研擬「電動車專用時間電價」，主要會拉大尖離峰價差、調整尖峰時間帶(16:00-22:00)及降低基本電費，有助於提高業者採用智慧充電來妥善分配充電時間及降低成本之意願。
- (3) 經濟部於 2021 年推動「公共充電樁建置」計畫，首階段目標是 2025 年在全台建置 7,200 座慢充樁、600 座快充樁，合計達 7,800 座，預計滿足當年整體充電需求量的 40% 到 60%，若未來公共充電樁建置推動順利，將有助於提升客運業者運營電動大客車時之調度彈性。
- (4) 各國正積極推動新能源車輛、綠能產業及節能減碳措施與政策，如美國總統拜登新提出 1.75 兆支出計畫中，近 3 成預算將用於電動車與轉型潔淨能源之稅負減免優惠，鼓勵加速轉型；歐盟「Fit for 55」氣候法案，涵蓋氣候、能源、建築、碳交易、土地利用、交通運輸、稅賦等領域，預計 2050 年達到淨零碳排放目標；就連排碳大國-中國也致力實現「2030 碳達峰、2060 碳中和」的目標，故充電系統智慧化之技術對全球化發展趨勢有正面效益。

### 4. 威脅

- (1) 國外計劃投入大量資金導入車輛及布建基礎設施，如美國提出 2 兆美元的「美國就業計畫」，其中包含了 1,740 億美元的電動汽車扶持計劃，以支持國內電動汽車製造、電池開發及其他零組件生產；英國低排輛推動辦公室以支援 LEB 永續市場的角度，針對地區公車服務補助 3,000 萬英鎊(約新台幣 15 億元)，其中 700 萬英鎊(約新台幣 2.7 億元)用於

建設電動大客車的基礎設施。

- (2) 國內電動車輛市場處於初步推廣期，對充電樁需求尚未浮現，且因國內市場小，故國產充電樁之成本偏高，影響消費者接受度。
- (3) 相對於國外發展狀況，目前國內市場較小，充電系統業者對於充電系統研發成本及智慧充電技術較不具國際競爭優勢。

表 2.4-1 國內電動大客車智慧充電技術發展 SWOT 分析

內部 (Internal)	優勢(Strengths)	劣勢(Weaknesses)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟部輔導國內業者發展充電介面改善技術</li> <li>• 國內充電系統技術發展成熟並已行銷國內外市場</li> <li>• 國內汽車充電介面朝向共通規格 CCS1+N 的方向發展，增加未來電動車產業發展可創性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因土地使用分區限制，增加調度站土地變更為充電站之難度</li> <li>• 國內目前無導入電動大客車智慧充電技術的案例，故無法得知智慧充電導入效益</li> <li>• 國內電動大客車充電措施配套不健全，故無法保障充電站供電穩定性</li> <li>• 國內電動大客車充電介面尚未正式統一，造成客運業者使用不同車廠的車輛時無法兼容充電</li> </ul>
外部 (Eeternal)	機會(Opportunities)	威脅(Threats)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府鼓勵業者投入電動運具充電樁設置，有助於帶動充電環境正向發展</li> <li>• 政府積極推動公共充電樁建置，有助於提升客運業者使用電動大客車營運時之調度彈性</li> <li>• 研擬中的「電動車專用時間電價」，有助於增加業者採用智慧充電妥善分配充電時間及降低成本之意願</li> <li>• 全球積極推動新能源車輛、綠能產業及節能減碳措施與政策，故充電系統智慧化之技術對全球化發展趨勢有正面效益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國外計劃投入大量資金導入車輛及布建基礎設施(包含充電基礎設施)</li> <li>• 國內電動車輛市場處於初步推廣期，成本偏高影響消費者接受度，對充電樁需求尚未浮現。</li> <li>• 相對國外發展狀況，目前國內充電系統業者其充電系統研發成本及智慧充電技術較不具競爭優勢</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

## 第三章 推動國內大客車統一充電介面-導入 CCS

### 3.1 推動統一充電介面規格

因應電動大客車以大功率直流充電為主，下述將從各種直流充電設備之比較進行分析，歸納整理出最適導入國內大客車隊之統一充電介面規格建議：未來國內電動大客車應該全面導入 CCS 系統，而後對於交通部推動國內電動大客車使用 CCS 系統之方案提出策略建議。

#### 3.1.1 各種直流充電設備規格比較

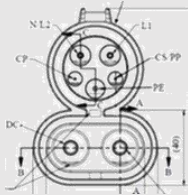
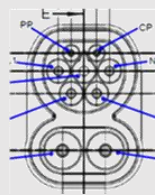
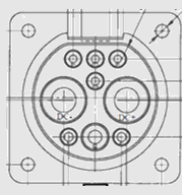

電動大客車因為所配置的動力電池容量大，為了縮短充電時間，全球電動大客車普遍採用大功率直流充電設備進行充電；而目前被國際規範(IEC) 認可的電動車直流充電有三種規格：日本的 CHAdeMO、中國的 GB/T 和歐美的 CCS，如表 3.1-1 說明三種直流充電規格的比較差異。

就台灣而言，數年來，國內電動大客車廠受限於技術來源，再加自有工程能力不足，因此一直使用中國 GB/T 作為電動大客車的直流充電規格；作為中國為推動新能源車政策的急迫需求，於 2013 年發布的 GB/T，雖然存在技術實現容易和價格較低的優點，但是硬體和通訊協議的缺失，也於後續的使用逐一曝露。

日本的 CHAdeMO 是最早商用化的電動車直流充電系統，但一直侷限電動小客車，電動大客車使用本系統的案例並不多。

另一方面，複合性充電系統 CCS 則是歐美等汽車大廠經過多年討論發展而成，在各方面的問題皆有詳細的對策，再加上歐美車廠的全力推動，已經成為全球電動大客車首選的直流充電規格。

表 3.1-1 CCS、GB/T 及 CHAdeMO 比較表

規格項目	圖示			
				
充電系統名稱	CCS	GB/T	CHAdE MO	
最大充電電壓 (V)	1,000	1,000	1,000	
最大充電電流 (A)	200；500	250	200；400	
最大充電功率(kW)	400	250	400	
V2G/V2H/V2X	發展中 (最遲 2025 年完成)	未具備	已具備	
通訊規格	PLC (ISO 15118 或 DIN 70121)	CAN (SAE J1939)	CAN (ISO 11898)	

註：1.非液冷式充電纜線組傳輸電流上限為 200A；傳輸電流>200A 時，需使用液冷式充電纜線組。

2.非液冷式充電纜線組傳輸電流上限為 200A；傳輸電流>200A 時，需使用液冷式充電纜線組，目前市場無支援 CHAdeMO 液冷式充電纜線組產品。

資料來源：本計畫整理。

如下將分述從各種直流充電設備之技術規格以及市場發展兩個面向進行之分析：

1. 技術規格面向分析

(1) 充電規格：

①CCS 比 GB/T 具備更高的充電電流和充電功率，隨著電池科技的演進，可提供電動大客車更快的充電速度，縮短充電時間。

②CCS 比 CHAdeMO 具備更高的充電電流，並有相同的充電功率；但因為目前市場無支援 CHAdeMO 液冷式充電纜線組產品，所以，實際使用時，目前 CHAdeMO 的最大充電功率僅為 200kW。

(2) V2G/V2H/V2X：

- ①電動大客車的電池容量大，更適合進行 V2G/V2H/V2X 的應用。
- ②政府部會一直在探索電動車於 V2G/V2H/V2X 的應用。
- ③使用具備 V2G/V2H/V2X 功能的 CCS 規格，才能推動政策的執行。
- ④無論是現在或未來，GB/T 都不具備。
- ⑤CHAdemo 雖已經具備此功能，但目前都使用在電動小客車，最大回送功率 $\leq 10\text{kW}$ ，使用在電動大客車上，似有不足。
- ⑥CCS 規格的 V2G/V2H/V2X 功能雖仍在發展中，但最大回送功率應該可以達到  $20\text{kW}$ ，更適合搭配電動大客車的大容量電池。

(3) 通訊安全性：

- ①CCS 具有完備的通訊安全性。同時，因為車輛上都是使用 CAN 作為內部系統間的通信，因此使用 PLC 格式的 CCS，可以阻截充電進行時，透過充電樁逆向入侵電動大客車的管道。避免電動大客車內部資通系統遭惡意攻擊
- ②CCS 充電使用 PLC (Power Line Communication；電力線通訊)，而 GB/T 和 CHAdemo 則使用 CAN (Controller Area Network；控制器區域網路) 作為充電站與電動大客車間的通訊格式。
- ③CAN 是低階協定，不支援任何內在的安全功能，在標準的 CAN 中也沒有加密，這使得網路資料能被截取；相反的，CCS 所採用的 PLC 格式，是依據 HomePlug PowerLine Alliance 所發展 HomePlug Green PHY；具備 7 層通訊架構，1st layer 的實體層和 2nd layer 的資料鏈路層具高度資料安全性設計。

(4) 延伸性使用：

- ①CCS 具備更多的延伸使用性。
- ②電動車輛的 GB/T 充電規格由中國的國家電網公司協同相關產業共同發展，目的是建立中國的充電標準，加速中國新能源車的發展和充電樁布建，故標準範圍僅限於確保如何達電動車與直流充電樁間的安全充電。

③CHAdemo 受限於系統原始架構的限制，後續通信協議雖持續改版 (V0.9.1→V1.0.1→V1.1→V1.2→V2.0)，但仍僅限於確保如何達電動車與直流充電樁間的安全充電。

④CCS 充電使用 PLC 格式，作為電動車與直流充電樁間的通訊；通信協議的發展和驗證依據 ISO 15118 系列標準；除規範嚴謹的程序確保充電安全外，更已經加入身份識別、憑證和即插即充(PnC)等選擇性功能；作為未來導入智慧充電的基礎。

#### (1) 技術未來性：

①中國自 2013 提出 GB/T 充電規格，但目前仍為”推薦性國標”，未轉換為”強制性國標”(GB)。代表 GB/T 後續可能有所異動。

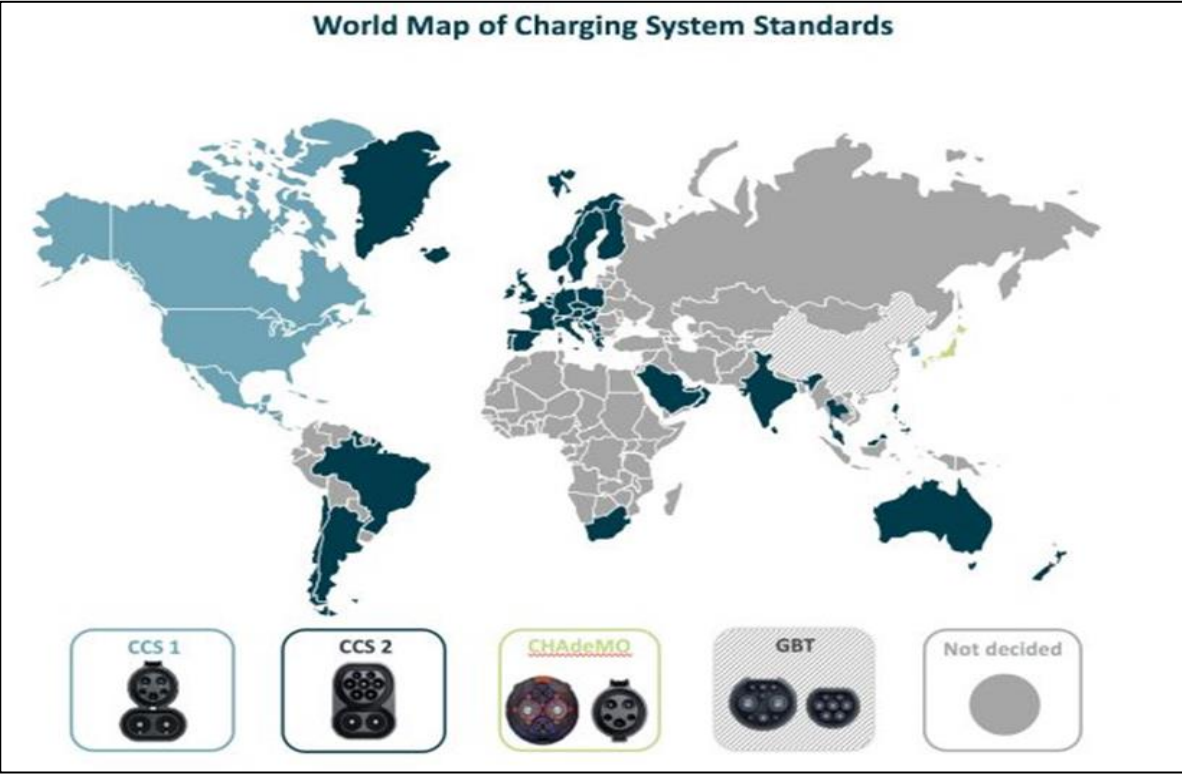
②目前中國和日本正合作，以 CAN 通訊架構，發展下一代的電動車快速充電「ChaoJi」，雖然最大輸出功率為 900 千瓦，新的標準也將相容之前的 CHAdemo 及 GB/T 標準；但未來的普及應用仍不明確。但可以推斷現有 GB/T 不會再持續發展。

③CHAdemo 受到歐美車廠全力推動採用複合性充電系統(CCS)的商業策略影響，再加上中國於國內全面使用 GB/T 直流充電系統，使得 CHAdemo 逐漸式微。

④CCS 在歐美車廠的全力支持下，進行技術的更新和優化，未來仍可持續維持發展；目前正以 CCS 為基礎，發展適用於電動大客車和商業重車的 MCS (MegaWatt Charging System)。

#### 1. 市場面向分析

目前電動大客車的充電是沿用電動車充電規格，依照國際電動車充電規格使用分佈來看，雖然全球大部分區域為未標定規格，但在已經決定電動車充電規格的國家或區域中，CCS 系統包含 CCS1 和 CCS2，已經佔據了廣大的市場範圍及比率，可見如圖 3.1.1。



資料來源：本計畫擷取自[64]。

圖 3.1.1 國際電動車充電規格使用分佈圖

(1) CHAdeMO 規格

充電規格目前只剩下日系電動車在使用，而美國最大的電網業者 Electrify America 宣布從 2022 年起不在旗下的充電樁上安裝新的 CHAdeMO 充電槍，要逐步汰換 CHAdeMO 充電槍，預期後續其他充電服務業者很可能也會選擇跟進，進而使得使用 CHAdeMO 規格的電動車越來越少。

(2) GB/T 規格

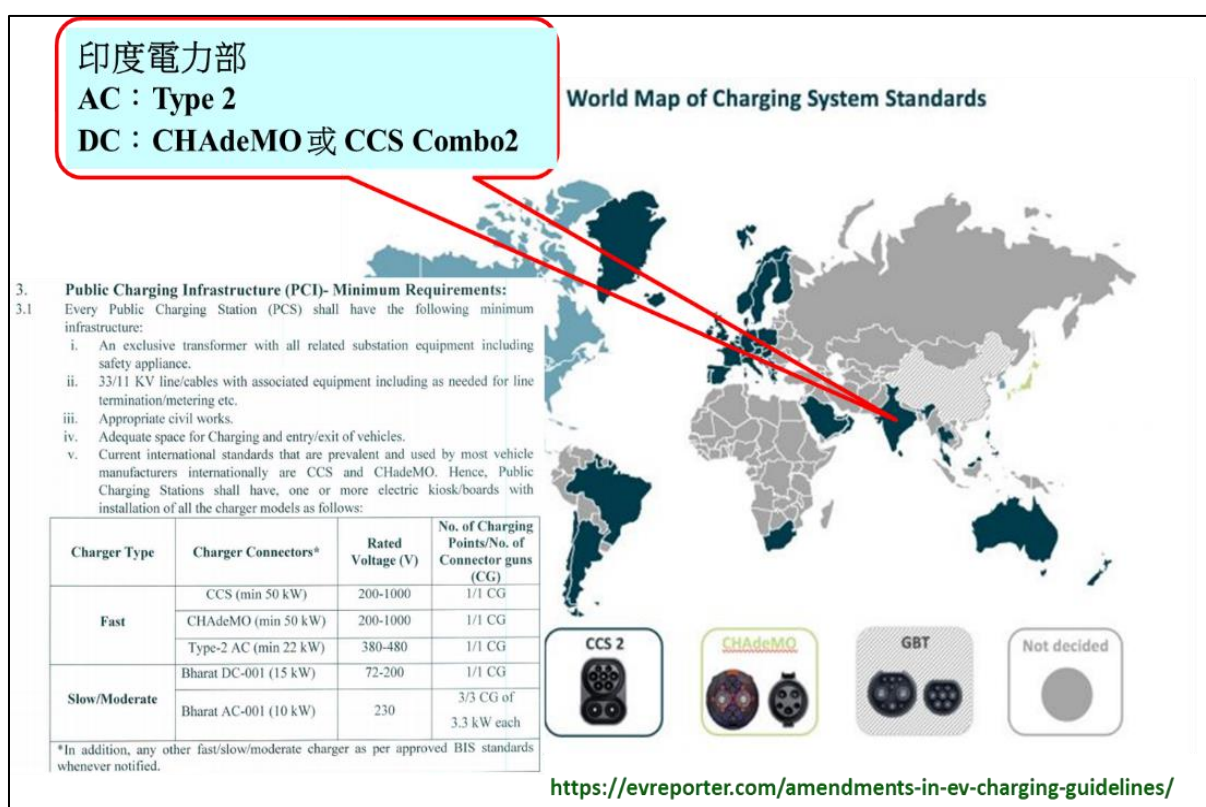
屬中國特有規格，雖然也被納入 IEC 標準中，作為國際認可的四種電動車直流充電規格之一；且中國政府和廠商積極向國際推廣，但效果不佳。從目前已經公布電動充電規格的國家：歐盟(如圖 3.1.2)、印度(如圖 3.1.3)、紐澳(如圖 3.1.4)、韓國和新加坡(如圖 3.1.5)等，基本上都將 GB/T 規格排除在外；因此 GB/T 規格在電動大客車的充電應用上，除中國本土使用，和中國的電動大客車廠(BYD、金龍等)行銷電動大客車至他國時，會搭配使用外；幾無其他非中國電動大客車廠會採用 GB/T；相反地，中國本土的電動大客車廠開始導入 CCS 充電(如 BYD [65])，以開拓國際市場。





資料來源：本計畫擷取自[64]，並重新繪製。

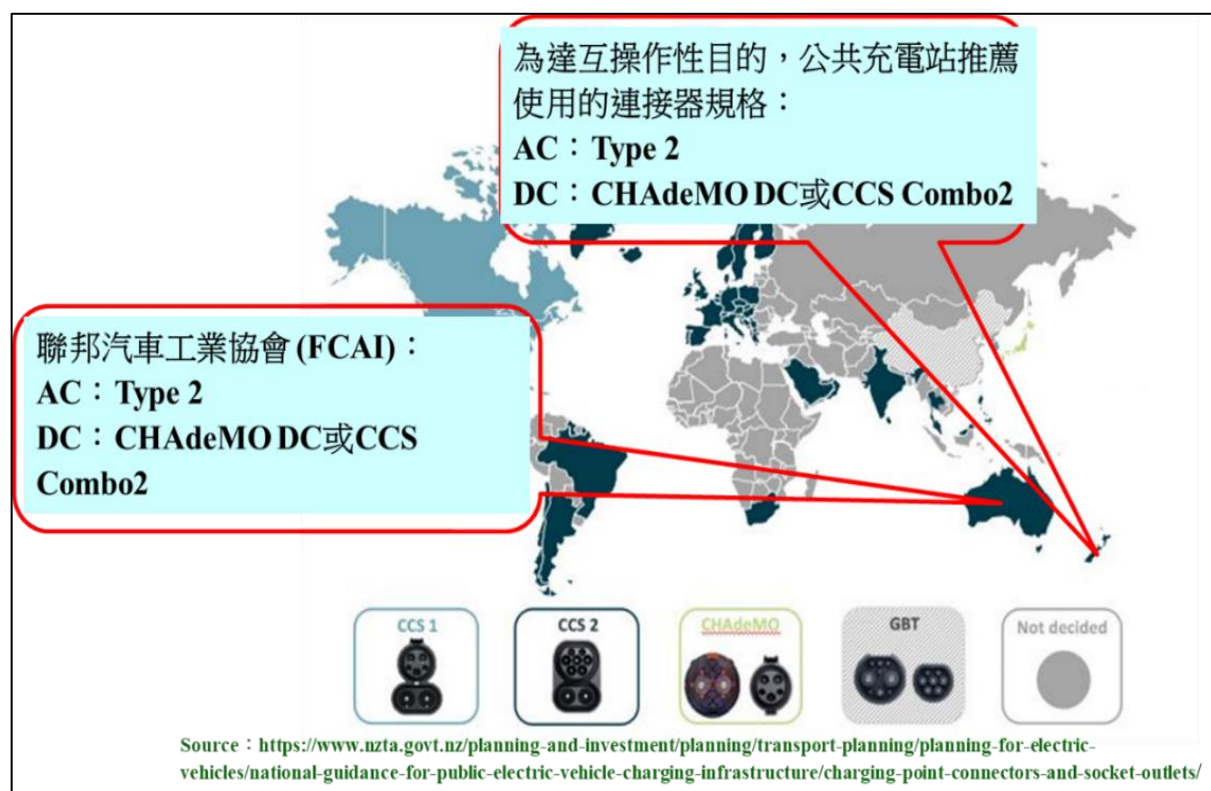
圖 3.1.2 歐盟電動車輛充電使用規格標示圖



資料來源：本計畫擷取自[64]，並重新繪製。

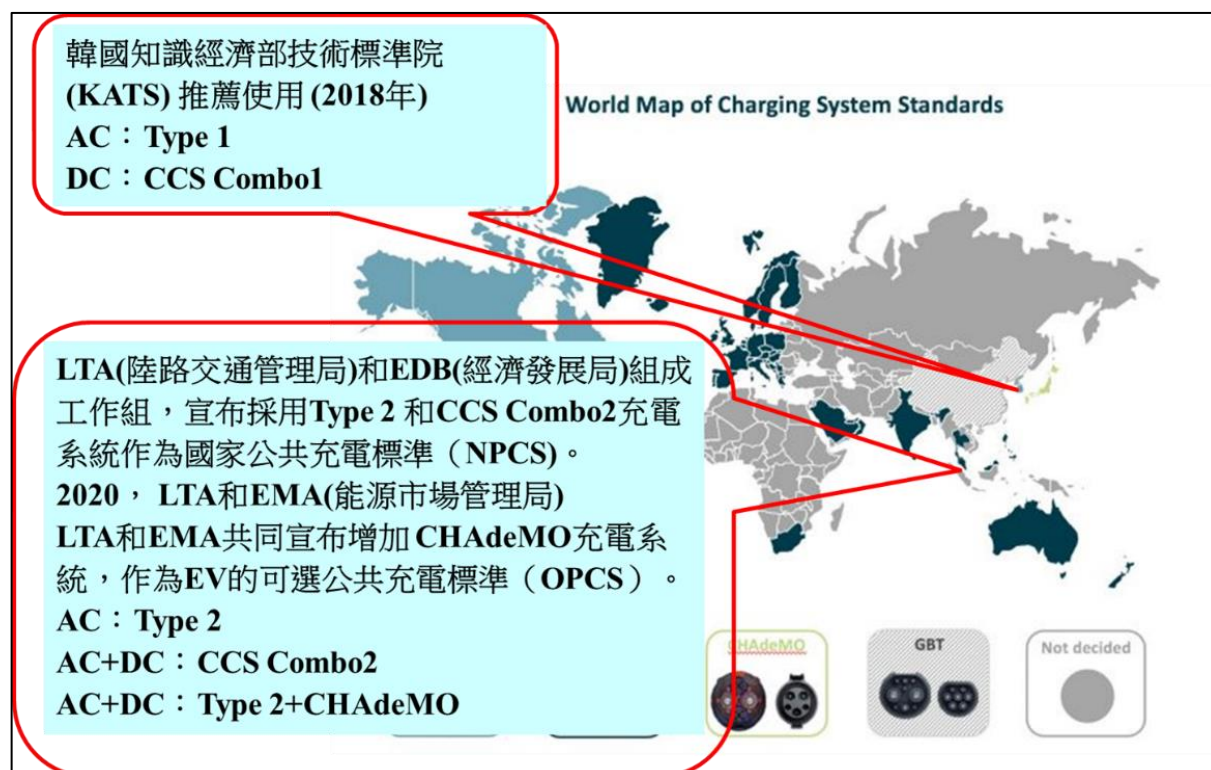
圖 3.1.3 印度電動車輛充電使用規格標示圖





資料來源：本計畫擷取自[64]，並重新繪製。

圖 3.1.4 紐澳電動車輛充電使用規格標示圖



資料來源：本計畫擷取自[64]，並重新繪製。

圖 3.1.5 韓國和新加坡電動車輛充電使用規格標示圖

(3) CCS 規格

相較於 GB/T 的困境和 CHAdeMO 的式微，CCS 充電使用於電動大客車正加速發展；歐美電動大客車廠已全面使用外，如圖 3.1.6 歐美電動大客車廠使用 CCS 充電示例組圖所示；部份國家更已經宣示使用 CCS 為電動大客車惟一充電規格，如圖 3.1.7 泰國電動車充電工業標準圖所示。

Solaris



Urbino 12 electric



AC charging connector

CCS 2 inlet

Sileo



Sileo charging technology

Standard Charging Technology (SL)

- Mobile devices for the charging of a single vehicle
- Constant charging power
- Charging power: 40 / 80 kW
- Input voltage: 400 VAC

Standardised charging interface

CCS2.0 Standard

- Certified interface
- Up to 150 kW charging capacity
- The charging infrastructure is integrated into the depot management system.

資料來源：本計畫整理。

圖 3.1.6 歐美電動大客車廠使用 CCS 充電示例組圖(1)

Energy storage system		Irizar
Batteries technology	Lithium-ion	
Slow charging		
- Max. installed power	350 kWh (depending on customers needs)	
- Charging power	100 kW	
- Charging time	3 - 4 h	
Fast charging		
- Max. installed power	185 kWh (depending on customers needs)	
- Charging power	450 (pantograph) - 2h (Combo2) kW	
- Charging time	3 - 4 h	
Ultra-fast charging		
- Max. installed power	90 kWh (depending on customers needs)	
- Charging power	450kW	
-Charging time	5 MIN (pantograph)	

VDL	
<p><b>CHARGING SYSTEM</b> The <u>Citea</u> Electric range can be charged with several charging systems based on the upcoming European standards. The charging can take place with a capacity of 30 kW to 450 kW, with a difference between slow and fast charging. <b>All buses are equipped with a Combo2 charging plug for a charging power of 50 kW. For higher capacities, roof and infrastructure mounted pantograph options are available.</b> With a pantograph, a capacity of up to 450 kW can be generated. The roof and infrastructure mounted pantograph can also be used for depot charging. Which system is best for an operation depends on the operation itself.</p>	

		Volvo
<p><b>Charging system</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Three different charging systems available</li> <li>• Charging time depends on topography, load, climate and drive cycle</li> </ul>	<p><b>CCS DC</b></p> <p>Maximum charge power 150 kW            Front charging comes as standard            Side and rear charging are optional *            European standard connector            Manual Connection</p>	
<p><b>Volvo Opportunity Charging (OppCharge)</b></p> <p>Maximum charge power 300 kW            Roof-mounted interface, installed above front axle for conductive charging (The same position as on Electric Hybrid)            Fully automatic charging sequence</p>	<p>* Removes front charging. Only one inlet can be installed per vehicle.</p> <p><b>CCS AC</b></p> <p>Maximum charge power 11 kW 400 V AC            European standard connector            Manual Connection</p>	

資料來源：本計畫整理。

圖 3.1.6 歐美電動大客車廠使用 CCS 充電示例組圖(2)

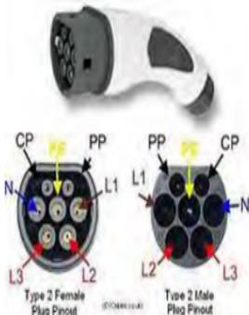
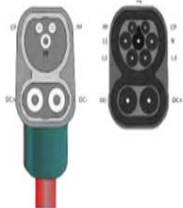




























**Proterra  
(US)**

ELECTRICAL SYSTEM	
Battery System	Integrated battery management system
Low Voltage	Two, Group 31 700 CCA 12v batteries
Charge Ports	J1772 CCS: One port standard at curb-side rear, 2nd port optional at street-side rear or curb-side front
Overhead Charging	Optional
Plug-in Charging	Universal standard J1772-CCS
Overhead Charging	Universal standard J3105
ADA	

資料來源：本計畫整理。  
圖 3.1.7 歐美電動大客車廠使用 CCS 充電示例組圖(3)

Thailand Industrial Standards Institute					Sockets and Inlets Standard																										
Vehicles		AC Charger		DC Charger		Vehicles																									
Electric Bus		IEC 62196-2 Configuration Type 2		IEC 62196-3 Configuration FF		Electric Bus																									
				 <p>Rated Current: Up to 200 A Rated Voltage: ≥ 500 V DC Communication Protocol: PLC</p>																											
Electric Passenger Car		<p>Phase: Single / Three Rated Current: 70A (Single phase) / 63A (Three phase) Rated Voltage: 480 V Capacity: Up to 22 kW (Mode 2) Up to 43 kW (maximum)</p>		<table><tr><th></th><th>System A CHAdeMO (Japan)</th><th>System B GB/T (PRC)</th><th colspan="2">System C</th></tr><tr><th></th><th></th><th></th><th>COMBO1 (US)</th><th>COMBO2 (DE)</th></tr><tr><td>Connector</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Vehicle Inlet</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Communication Protocol</td><td colspan="2">CAN</td><td colspan="2">PLC</td></tr></table>			System A CHAdeMO (Japan)	System B GB/T (PRC)	System C					COMBO1 (US)	COMBO2 (DE)	Connector					Vehicle Inlet					Communication Protocol	CAN		PLC		Electric Passenger Car
	System A CHAdeMO (Japan)	System B GB/T (PRC)	System C																												
			COMBO1 (US)	COMBO2 (DE)																											
Connector																															
Vehicle Inlet																															
Communication Protocol	CAN		PLC																												

資料來源：本計畫繪製。  
圖 3.1.8 泰國電動車充電工業標準圖

## 2. 歸納小結

中國挾龐大的內需市場和資源，大幅壓低成本。故其使 GB/T 規格電動大客車和充電設備具極強的競爭力，故國內廠商若維持使用 GB/T 規格，無法競爭；加諸 GB/T 充電規格不是全球主流規格，更增添產品進軍國際的困難。目前國內電動大客車推廣仍屬初期階段，車輛數不多，當此之時，更應提早推動國內電動大客車全面使用 CCS 充電。

### 3.1.2 電動大客車充電規格統一的選擇

國內電動車充電規格遲遲無法統一，造成充電營運業者不敢積極擴大充電設備的建置和營運，已經嚴重影響國內電動車普及化推動；有鑑於此，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」），針對國內電動車充電推動所面臨的問題，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。

針對國內電動大客車的充電規格議題，「聯盟」會員認為目前存在幾項問題：(1) 電動大客車充電規格未統一，長久以往，將會嚴重影響後續市區公車全面電動化的政策推動；(2) 因充電規格未統一，造成客運業者所建置的充電設備無法互相支援使用；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。為解決相關問題，「聯盟」會員建議需優先統一電動大客車的充電規格。

針對電動大客車充電規格使用問題，「聯盟」先後召開兩次會議，廣邀充電設備業者、國產電巴製造商和車輛代理商參與討論，會議結論綜整為：對於未來充電介面一致，使用國際間 CCS 系統(含 CCS2)為會員之主要共識。相關會議摘記簡述如下：

#### 1. 第一次會議 (2020/10/28)

- (1) 除電動大客車外，商業車種亦建議納入充電介面一致之考量。
- (2) 交流充電方式非電動大客車與商用車種電能補充的主要方式，但仍可作為電能補充或緊急使用之備用方案。
- (3) 對於未來充電介面一致，使用國際間 CCS 系統(含 CCS2)為會員之主要共識。亦請政府相關單位能明確訂定未來充電介面與執行時程，使

產業可有更明確之方向。

- (4) 於未來充電介面一致之政策方向，亦請提緩衝期之規劃與協助國內產業技術升級之輔導方案。

## 2. 第二次會議 (2021/12/22)

- (1) 電動大客車需先區分為市區公車和長途客運，市區公車於特定領域 充電，故政策推動 使用何種充電介面，沒有問題； 2) 長途客運的充電介面規格，應一併納入電動卡車作整體考量，而非僅侷限於電動大客車； 3) 建議電動大客車和電動卡車使用 CCS 2。(太古商用汽車表述)。
- (2) 因台灣市場不大，故台灣電動大客車製造商主要還是 鎖定國外市場 國外市場有不同介面的需求 但台灣市場可作為電動大客車製造商發展淬煉 的場域建議電動大客車介面的選用保留彈性。(車王電子表述)
- (3) 相較於 CCS 1 CCS 2 可以提供 三相 交流充電功率具備更大功率且 考量國外車輛電動大客車、電動卡車多使用 CCS 2 故建議使用 CCS 2。(台灣特斯拉表述)
- (4) 目前客運業者的電動大客車都在私有場域充電有各自考量建議電動大客車充電的選擇保留彈性。(凱勝綠能表述)

針對電動大客車充電規格選用問題，「聯盟」會員或廠商主要仍以各自的商業利益來考量，故參考綜結上述兩次會議結論，本計畫歸納整理出下列為最適導入國內大客車隊之統一充電介面規格建議：

- (1) 電動大客車與電動汽車充電規格最好相同，比較各種直流充電規格的優/劣勢後，建議電動大客車充電規格優先使用 CCS。
- (2) 政府對於電動汽車充電規格的推動政策，基於輸入的電動汽車規格的限制，故採用(CCS 1+N)；但對於電動大客車的充電規格，由於國內自主能量高，故不建議採用推動此種政策。
- (3) CCS 包含 CCS 1 和 CCS 2 兩種介面，基本上，國內業者都可以配合使用，唯代理商因受限於母廠產品限制，乃建議使用 CCS 2。
- (4) 基於上述(1)、(2)和(3)；建議後續全面推動電動大客車使用 CCS 規格充電系統。在充電介面的選用上，鼓勵車廠使用 CCS 1，但保留使用 CCS 2 的彈性。

## 3.2 推動電動大客車導入 CCS 的政策建議

雖然多家客運業者已經導入電動大客車，但仍以操作柴油巴士的經驗來運作電動大客車，故多數業者仍傾向採用配置大容量電池(> 200 kWh)的電動大客車，以維持整日行駛的需求；然而配置大容量電池，除了車輛建置成本大幅增加外，巴士的能耗(Wh/km)也會提高；因此，建議電動大客車應朝「合理電池容量配置」、「提高充電速率」、「建構便利充電環境」等面向來優化電動大客車的使用，建議可透過「建立電動大客車專用公共充電樁」和「調整補助政策」等作法來執行。

### 1. 建立電動大客車專用公共充電樁：

目前客運業者都於各自私有集結場站架設充電樁為各電動大客車充電；其原因首先是營運需求的規劃限制，其次是基於降低充電成本支出的考量，因此於離峰時刻，採用隔夜充電模式來為電動大客車充電，最後是受限於場域屬性，業者多僅能於私有場域設置充電設施。因此若要達成電動大客車優化使用的目的，並推動電動大客車使用 CCS，建議可以下列方法來實現：

- (1) 設置電動大客車專用公共充電樁，並選擇 CCS 為公共充電樁惟一採用系統，透過公共充電樁所設置的充電樁規格引導客運業者全面採用 CCS。
- (2) 補助客運業者在尖峰時刻於公共充電樁充電費用，縮小尖/離峰時刻充電成本差距，提高客運業者使用公共充電樁意願。
- (3) 為提高公共充電樁的充電設備稼動率，可以充電設備每年使用累積時數達標級距提供額外獎勵給營運商，以激勵營運商主動爭取客運業者使用公共充電樁。

### 2. 調整補助政策：

目前交通部針對電動大客車的補助，是依據『交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點』來實施，為推動 CCS 電動大客車導入 CCS 和優化電動大客車使用，解決關鍵問題「合理電池容量配置」和「提高充電速率」，建議可以透過補助政策的調整來達成。

- (1) 『交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點』於”附件一-申請補助營運計畫書應載明事項”中之(四、購置之電動大客車相關資料)第 9 條已經規範充電系統，但未限定使用的充電系統型式，建議增修如下：



①原條文：

充電系統（含車輛端及充電設備端）合格證明文件。充電系統應取得經濟部標準檢驗局核發符合 CNS 國家標準之審核合格。若使用電池交換式者，得提供產品安全聲明書，及具公信力機構認證相關證明文件。

②建議修訂條文：

充電系統（含車輛端及充電設備端）合格證明文件。充電系統應取得經濟部標準檢驗局核發符合 CNS 國家標準之審核合格。若使用電池交換式者，得提供產品安全聲明書，及具公信力機構認證相關證明文件。前述的充電系統限制為 CNS 直流充電系統 C (複合性系統)。

(2) 為提升國內電動大客車的充電技術，交通部可透過修訂補助條文，以分級方式來訂定補助金額，惟「合理電池容量配置」和「提高充電速率」與電動大客車廠的產品有關，故本計畫建議交通部與政府其他部會(如經濟部)協商討論，在掌握國內電動大客車廠的技術現況，逐期修訂執行方式。

# 第四章 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃

## 4.1 電動大客車智慧充電管理系統示範場域之時程規劃

下述展開須兼具最佳充電排程策略、智慧充電功能、基礎電力需求、充電安全等功能之『電動大客車智慧充電管理系統示範場域』逐年規劃與建置時程安排。

表 4.1-1 智慧充電管理系統示範場域規劃與建置之時程表

工作項目 \ 時程	第一年期(110)												第二年期(111)											
	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
1. 最佳充電排程策略																								
1-1 業者需求訪談 和需求參數確認																								
1-2 充電排程軟體 架構發展																								
1-3 充電排程軟體 開發																								
1-4 充電排程軟體 導入測試																								
2. 示範場域建置																								
2-1 業者意願訪談 和場域勘察																								
2-2 場域評比和選 擇																								
2-3 場域建置和充 電功能測試																								

資料來源：本計畫整理

表 4.1-1 智慧充電管理系統示範場域規劃與建置之時程表(續 1)

時程 工作項目	第一年期(110)												第二年期(111)											
	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
3. 最佳充電排程策略優化																								
3-1 充電排程軟體結合示範場域實用測試和數據收集																								
3-2 示範場域充電數據解析																								
3-3 充電排程軟體優化																								
3-4 優化後充電排程軟體重新導入和實用測試																								
4. 智慧充電示範場域實用測試																								
4-1 示範場域導入充電排程軟體實用測試和數據收集																								
4-2 導入充電排程軟體效益解析和缺失檢討																								
4-3 示範場域充電優化改善和測試																								

資料來源：本計畫整理

表 4.1-1 智慧充電管理系統示範場域規劃與建置之時程表(續 2)

時程 工作項目	第一年期(110)												第二年期(111)											
	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
5. 電動大客車 智慧充電建置																								
5-1 電動大客車 公共智慧充電場 域評估和設置建 議																								
5-2 電動大客 車智慧充電場域 建置標準程序指 導書																								

資料來源：本計畫整理

## 4.2 電動大客車智慧充電示範實行場域評估與選址

### 4.2.1 研擬示範實行場域評選辦法與依據

#### 1. 評選辦法

為達可實地規劃並實際可於短期內執行基礎建置之『電動大客車智慧充電管理系統示範場域』選址，本計畫遍訪業界指標電動大客車廠商，並洽詢其合作之客運業者提供可導入智慧充電管理系統之運行場域。接著訪談國內已導入電動大客車之各客運業者，並安排訪視其現有運行電動大客車之充電場站。其後針對客運業者提出推薦可共同合作之備選場域，前往探勘並整理成場域優劣勢比較表，透過評分機制，建立評估表並呈報專家委員指導，而後擇優為此計畫標定之示範場域選址，以進行實地規劃與執行相關基礎建置。

#### 2. 評選依據

- (1) 對應使用具備 CCS1 充電車輛的客運業者為前提，盤點篩選的結果。
- (2) 針對篩選出的業者進行合作場域洽談及條件蒐集整理。
- (3) 建立「示範場域遴選評估表」如表 4.2-1。
- (4) 透過評分機制，評估出最合適參與示範的場域。

表 4.2-1 示範場域遴選評估表

類別	項目	說明
場域特性	1.場域權屬	屬於公有或私有場域
	2.場域使用對象	提供多家業者/車種(如不同車型大客車/汽車)共用或單一業者車種專用，以及使用車輛類型是否具備多元性(市區公車/幹線公車/接駁車/開放汽車混用...)
	3.空間規模	可以提供之停車位數
	4.可使用電力饋線(KVA)	達到至少 400KVA 為下限原則

資料來源：本計畫整理。

表 4.2-1 示範場域遴選評估表(續)

類別	項目	說明
充電站運作	5.可使用數量規模	示範場域設置充電樁數與可涵蓋車輛數規模，以及是否可提高車樁比及稼動率
	6.運行路線涵蓋數	可使用車輛涵蓋路線數，以 2 條路線以上為原則
	7.充電功率	示範場域設置充電樁之最高功率，以及提供快充的充電樁數(至少以 120kw 為下限)
	8.充電模式	車輛於示範場域主要採用日間充電、夜間(隔夜)充電或兩者並存
執行效益	9.地方政府配合度	地方政府對於示範場域用地與用電協調、基礎設施建置經費、行銷宣傳、相關配套措施等投入程度
	10.其他參與單位配合度	用地提供者、充電樁業者、充電營運商、客運業者...等參與單位，配合示範場域實施項目(如場域建置、配合充電調度...等)投入程度
	11.成效能見度	示範場域設置所在區位、地點曝光度、其他亮點整合(如太陽能/儲能櫃/V2G...)
	12.未來發展性	預估中期(2~3 年後)可提供功能擴充性(如使用數量規模與路線涵蓋數擴大、快充充電樁數量與充電模式調配...等)

資料來源：本計畫整理。

4.2.2 示範實行場域評選程序

1. 訪談電動大客車廠商

調查國內電動大客車業者、其 CCS1 車端介面整備情形及其對應之客運

客戶等資料如表 4.2 2，盤整出可進一步約訪洽談之客運業者如國光客運、欣欣客運、中興集團等。

表 4.2-2 國內電動大客車業者 CCS1 整備情形與其客運客戶

車輛業者	CCS1 車端介面	主要客運客戶
成運汽車	開發中 (預計 111 年 6 月完成)	國光客運
華德動能	開發中 (預計 112 年測試)	欣欣客運、 首都集團、南臺灣客運
鴻華先進	開發中 (預計 111 年測試)	-
唐榮車輛	尚無	-
凱勝綠能	尚無	-
總營汽車	尚無	-
金龍汽車	已具備完成	中興集團

資料來源：本計畫整理，調查時間為 110 年 8 月。

2. 訪談客運業者與場站現勘

訪談國內已導入電動大客車(具備 CCS1 或開發中)之指標客運業者三家，並整理相關訪談紀錄如表 4.2-3，以及下述分別重點摘記。

表 4.2-3 國內已導入電動大客車之客運業者訪談紀錄

訪談業者	訪談日期	訪視場站
欣欣客運 (車王電子股份有限公司)	110/08/31	臺北市木柵站
		新北市深坑站
國光客運 (成運汽車製造股份有限公司)	110/09/02	新北市五股站
中興巴士集團 (金龍汽車製造股份有限公司)	110/12/28	臺北市北市科站

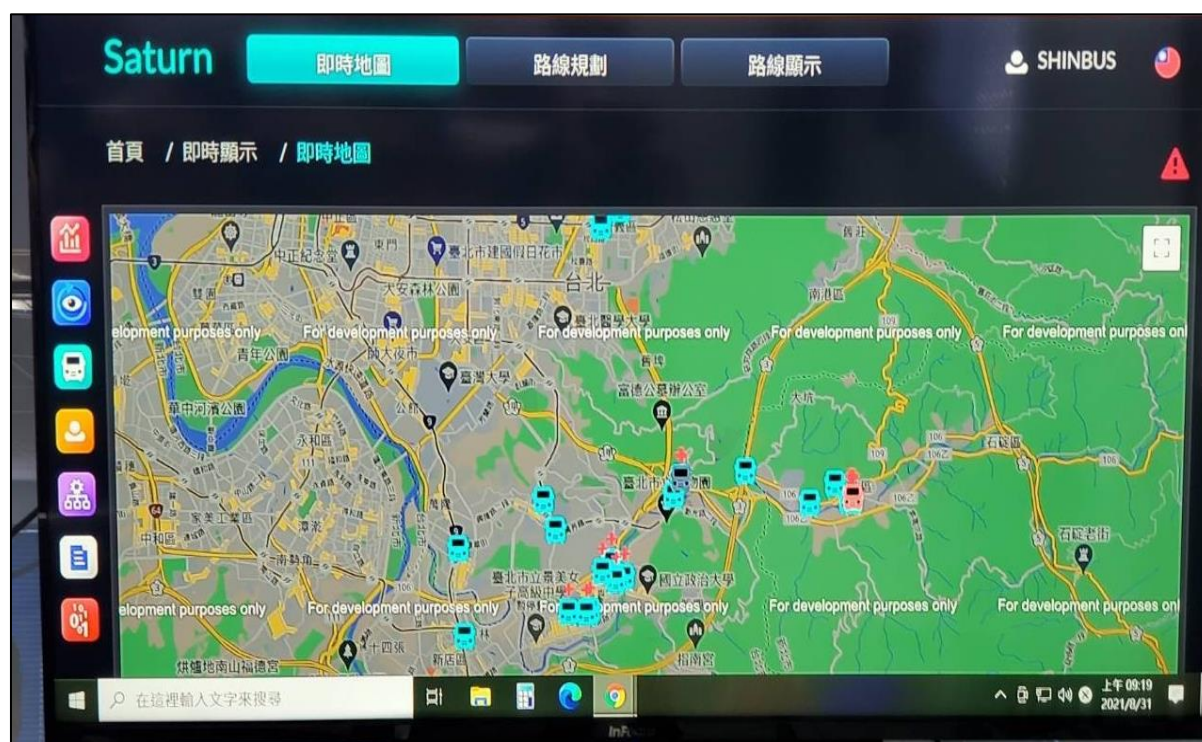
資料來源：本計畫整理。



(1) 欣欣客運臺北木柵站，訪談交流記錄詳見[附錄 1]。

#### ①車輛營運狀況

- A. 目前木柵站有 12 輛電池容量 282kWh (12 個 48V pack 組)電動大客車，實際運行狀況滿電條件下續航力約為 200km。
- B. 配置路線為 66 路，平均日班次 47 班，營運 2 年 10 個月累積載客 1,832,797 人(統計至 110/7/31)，如圖 4.2.1。
- C. 考量營運現況目前為一車配一充電樁。
- D. 未來木柵站將會持續導入電動大客車，並配合示範計畫申請更新充電樁以發展智慧充電。
- E. 目前欣欣客運旗下 6 名人員有參與經濟部輔導之機電維修課程，並透過車王電初步之維養技術移轉，目前電動大客車的初步保養檢修可由欣欣客運處理，透過退輔會尋找有經驗之機電維修人員培養自主維修能力。
- F. 欣欣客運目前配有車輛後台管理系統，可即時回傳車輛行駛時的動態資料，與充電樁使用情況。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.1 欣欣客運路線行控圖

## ②基礎建設

- A. 建置車棚雨遮，並配有 167 片 300W 的太陽能板，可提供 50kwh，約每天可有 120~155 度電，並建置智慧儲能櫃，可藉由軟體介接氣象系統預測明天太陽能發電量並實施預充補電。儲能櫃規劃後續可納入汰役電池，目前可儲存 200kWh，搭配太陽能可完全供應場站行控中心、維修、洗車等設備使用。
- B. 申請台電之契約容量為 500kVA，採三相 22.8kV 高壓供電，除台電提供之高壓用配電站，欣欣客運亦自備變電站，預留未來擴充變電站的位置。
- C. 使用飛宏 12 組充電樁，採 DC 直流 60kw 單槍充電，充電規格為 GB/T 20234，如圖 4.2.2，未支援智慧充電排程。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.2 欣欣客運-飛宏充電樁及配電圖

- D. 目前在第 1 號充電樁除連接台電電網，亦連接儲能櫃使用，如圖 4.2.3，如有需要白天補電需求，則到 1 號充電樁進行補電。



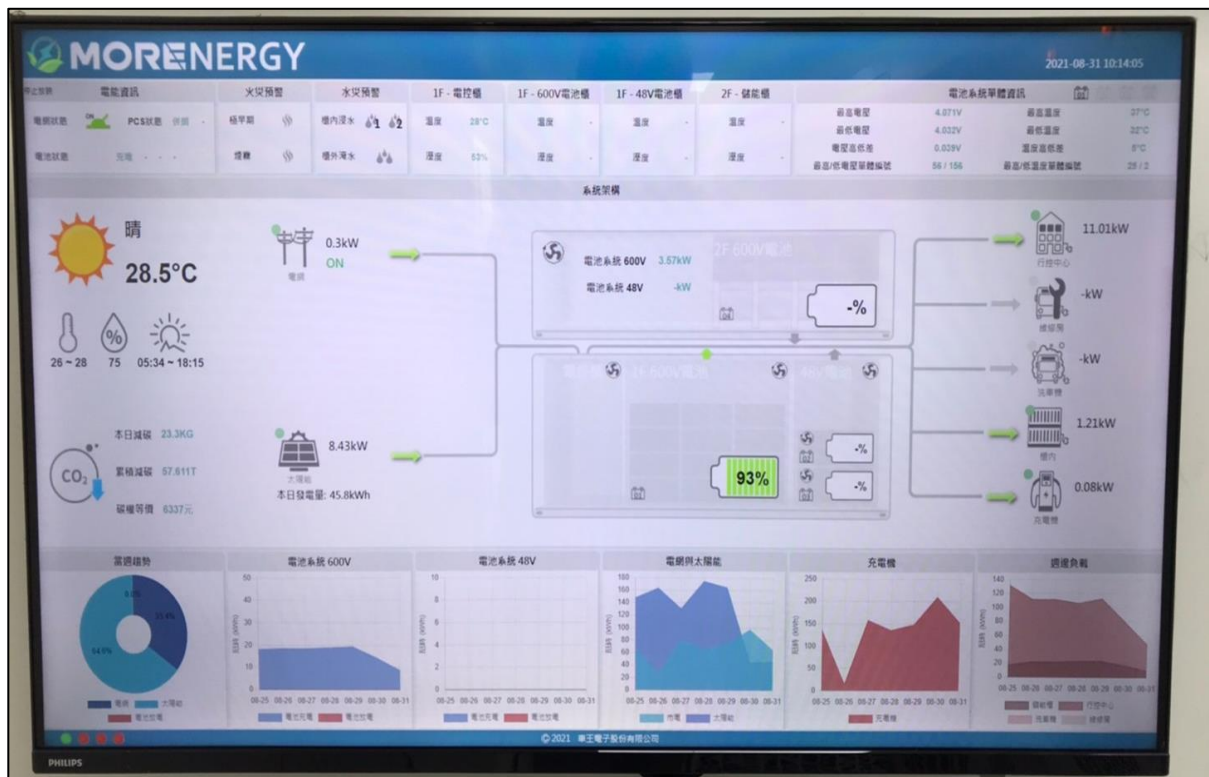
資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.3 華德儲能櫃及配電圖

(2) 欣欣客運新北市深坑站，訪談交流記錄詳見[附錄 1]。

- ① 目前深坑站導入 22 輛電動大客車，採用車王電子開發之 11 組充電樁，採 DC 直流 120kw 雙槍充電(單一槍為 60kw)，提供智慧排程，且充電規格可支援 CCS1、CCS2 與 CHAdeMO。
- ② 目前深坑站之充電樁有智慧排程，相關智慧充電事項如下說明：
  - A. 預先匯入班表於智慧充電控制平台，如圖 4.2.4，車輛回廠後連接充電樁，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。
  - B. 夜間離峰時段 22:30~07:30 間，對應充電時間及發車順序切割為兩個階段分批充電，且可對應契約容量與 SOC，進行主動式調配充電率配速(可達到非全功率充電)。
  - C. 現況智慧充電排程主要對應夜間充電模式，日間由於營運需求變數多(待班維修保養及彈性車班調整)，尚未納入智慧排程，主要為視必要進行日間補電。
  - D. 設置智慧電錶即時監控場站總用電量，目前採用智慧充電對應契約容量及用電費率，可以有效節省 40% 用電費用。





資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.4 深坑站智慧充電控制平台圖

(3) 國光客運新北市五股站，訪談交流記錄詳見[附錄 2]。

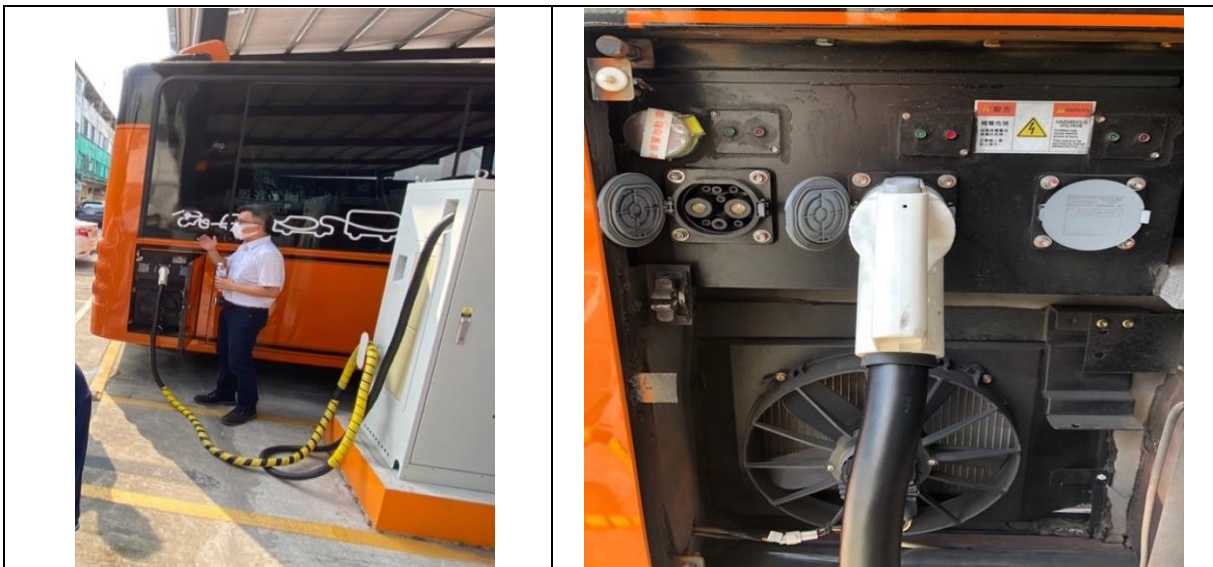
- ① 國光客運目前已導入 52 輛電動大客車，分別為嘉義市 22 輛車(5 條路線)及新北市 30 輛車(3 條路線)，電池容量為 109kwh。依據國光客運目前針對市區公車的營運型態，電動大客車使用鈦酸鋰電池，其電池安全性較高且符合快充需求，經廠商提供電池健康度報告，充放電達 18,000 次仍可維持 80% 以上電量，缺點為能量密度較低。單一電池組電池容量約 28kwh，重量約 500 公斤，因此在車輛總重限制下，需要考量電池容量與快充搭配。
- ② 依照目前營運經驗，電動大客車行駛除載客運行耗電外，冷氣使用亦占 3 成；市區運行因道路環境影響，用電效率約 0.8km/kwh，城際運行約可達到 1.1~1.3km/kwh。
- ③ 國光客運五股站目前設置 6 組飛宏 180kw 快充充電樁(GB 規格)，一樁配置兩槍，提供五股站 30 輛車輛充電運用；近期另規劃於五股站設置 2 樁 CCS1 充電樁進行測試，如圖 4.2.5。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.5 國光客運五股站-飛宏 180kw 快充充電樁圖

- ④ 依據營運需求，車輛設置為三個充電孔，最多可提供三槍同時充電，充電倍率一樁約 1.33C、兩樁約 2.66C。實際營運情況為單槍快充在電池 20% 的情況下，充電至 80% 約需花費 20 分鐘，兩樁同時充電則需 12 分鐘，三樁同時充電可縮短到 6~7 分鐘，如圖 4.2.6 國光客運車輛設置三個充電孔。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.6 國光客運車輛三個充電孔圖



- ⑤ 充電樁部分可與雲端連網，即時回傳充電樁使用情況給成運汽車後台及國光客運檢視，如圖 4.2.7 國光客運-成運車輛聯網圖；現況因考量駕駛里程焦慮問題(每次回廠至下次出車前一定進行充電)，且在調度上尚可透過人工支應，目前尚未導入智慧充電排程系統。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.7 國光客運-成運車輛聯網圖

- ⑥ 目前國光客運於五股站設有維養中心，由盛星動力汽車維養公司負責，初步維修保養作業由盛星公司技術人員處理。現場操作輔有標示流程图及安全防護，如圖 4.2.8。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.8 國光客運-充電流程及安全防護圖

(5) 業者訪談-中興巴士集團，訪談交流記錄詳見[附錄 3]。

- ① 中興巴士集團運行區域包括臺北市、新北市和基隆，目前有 2 個電動大客車場站，共 20 輛電動大客車運行中；但明年(111 年)6 月底前，預估集團總共會導入約 140 部電動大客車；目前正積極與後台業者洽談管理後台的建置。
- ② 中興巴士集團希望可以即時知悉行駛中的電動大客車 SOC；雖然目前運行中的電動大客車，都有安裝車機，將 SOC 上傳至運研所後台，但並未傳送至公司後台。
- ③ 目前充電場域規劃為每二車配置 1 充電樁(單柱雙槍型)，每一充電樁最大輸出功率為 120 kW。
- ④ 依據操作 20 部電動大客車的經驗，中興巴士集團認為充電站的管理需從最前端的電力監控至充電樁(即明確得知從台電公司電網輸入的電力，和最終充入電動大客車的電能落差)；此攸關公司的營運成本。
- ⑤ 中興巴士集團表示充電樁傳送至後台的數據種類愈多愈好(超出 OCPP 1.6 範圍)
- ⑥ 因為公司提供的充電場域，為跨客運業者使用，希望智慧充電可以考量商業營運，以利收費計價。

### 3. 探勘可能之示範場域選項

經訪談國內已導入電動大客車(具備 CCS1 或開發中)之指標客運業者，後針對其提出推薦可合作之三處備選場域，進行實地探勘與後續討論，遂整理成備選示範場域綜整資料如表 4.2-4，以及分別重點摘記如下述。



表 4.2-4 備選示範場域綜整資料

項目 \ 場域	臺北市「行一大客車停車場」	桃園國際機場第二航廈停車場	中興巴士集團北士科站
探勘日期	110/11/03	110/11/03	111/02/15
用途	提供營運路線行經台北車站周圍區域大客車的臨停	提供運送桃園機場旅客和員工的大客車臨停休息	提供中興巴士集團所屬三家客運業者的電動大客車調度和充電
現場停車位數	33	> 60	54
場域配置	待規劃	待規劃	完成
支援電動大客車充電 (現況)	無	無	有 (54 支充電槍)
充電樁後台管理系統	—	—	有 (不具智慧充電排程功能)
預計到場電動大客車數	—	—	63

資料來源：本計畫整理。

(1) 臺北市「行一大客車停車場」，現場狀況如圖 4.2.9 及圖 4.2.10 位置圖。

① 用途：

提供營運路線行經台北車站周圍區域大客車的臨停；大客車停車位：33 個；臨停大客車車種(現況)：遊覽車、長途客運；平均臨停時間：1 小時。

② 臨停大客車車種(未來可能)：遊覽車、長途客運、市區公車。

③ 場域優點：

A. 位於臺北市，且為開放型場域，展示和宣傳效果佳。

B. 預期未來使用率高，智慧充電策略驗證效果佳。

C. 短期內，市區電動公車即可配合示範運行。

④ 場域缺點：場域簡陋，需增建以增加可視度。

⑤ 充電站設置規劃：初期 4~6 座，CCS 1 介面直流充電站；充電功率：  
120~180 kW。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.9 臺北市「行一大客車停車場」現場圖



資料來源：本計畫摘取自[66]。

圖 4.2.10 臺北市「行一大客車停車場」位置圖

(2) 桃園國際機場第二航廈停車場，如圖 4.2.11 桃園國際機場第二航廈停車場現場圖。

① 用途：

提供運送桃園機場旅客和員工的大客車臨停休息；大客車停車位：>60 個；臨停大客車車種(現況/未來)：機場內 shuttle bus、中長途遊覽車、國道客運；平均臨停時間：10 分鐘；臨停大客車車種(未來)：遊覽車、長途客運、市區公車。

② 場域優點：

A. 場域寬闊，停靠車數多，車輛流動速度快。

B. 預期未來使用率高，智慧充電策略驗證效果佳。



③ 場域缺點：

A. 預場域位置不明顯，宣傳效果不佳。

B. 短期內 1~2 年內使用率低，僅有機場內 shuttle bus 會改用電動大客車。

④ 充電站設置規劃：初期 1~2 座，CCS 1 介面直流充電站；充電功率：100~120 kW。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.11 桃園國際機場第二航廈停車場現場圖(1)



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.12 桃園國際機場第二航廈停車場現場圖(2)

(3)中興巴士集團北士科站，如圖 4.2.12。

① 用途：

提供中興巴士集團所屬「中興大業巴士」、「光華巴士」和「指南客運」三家客運業者的電動大客車調度和充電，；大客車停車位：54 個。

② 場域優點：

- A. 場域停車位完成劃位，電動大客車停車位置已經確認。
- B. 場域內充電設備已經完成設置，充電硬體設施完備。
- C. 使用 CCS 1 介面的直流充電樁，完全對準交通部的政策目標。
- D. 電力設施已經設置完成，電網最大供電功率 1800 kVA
- E. 場域已經建立後台系統，可與直流充電樁連接。
- F. 匹配 CCS 1 介面的電動大客 車已備便，即將開始使用。
- G. 預期未來使用率高，可進行智慧充電策略驗證。

③ 場域缺點：

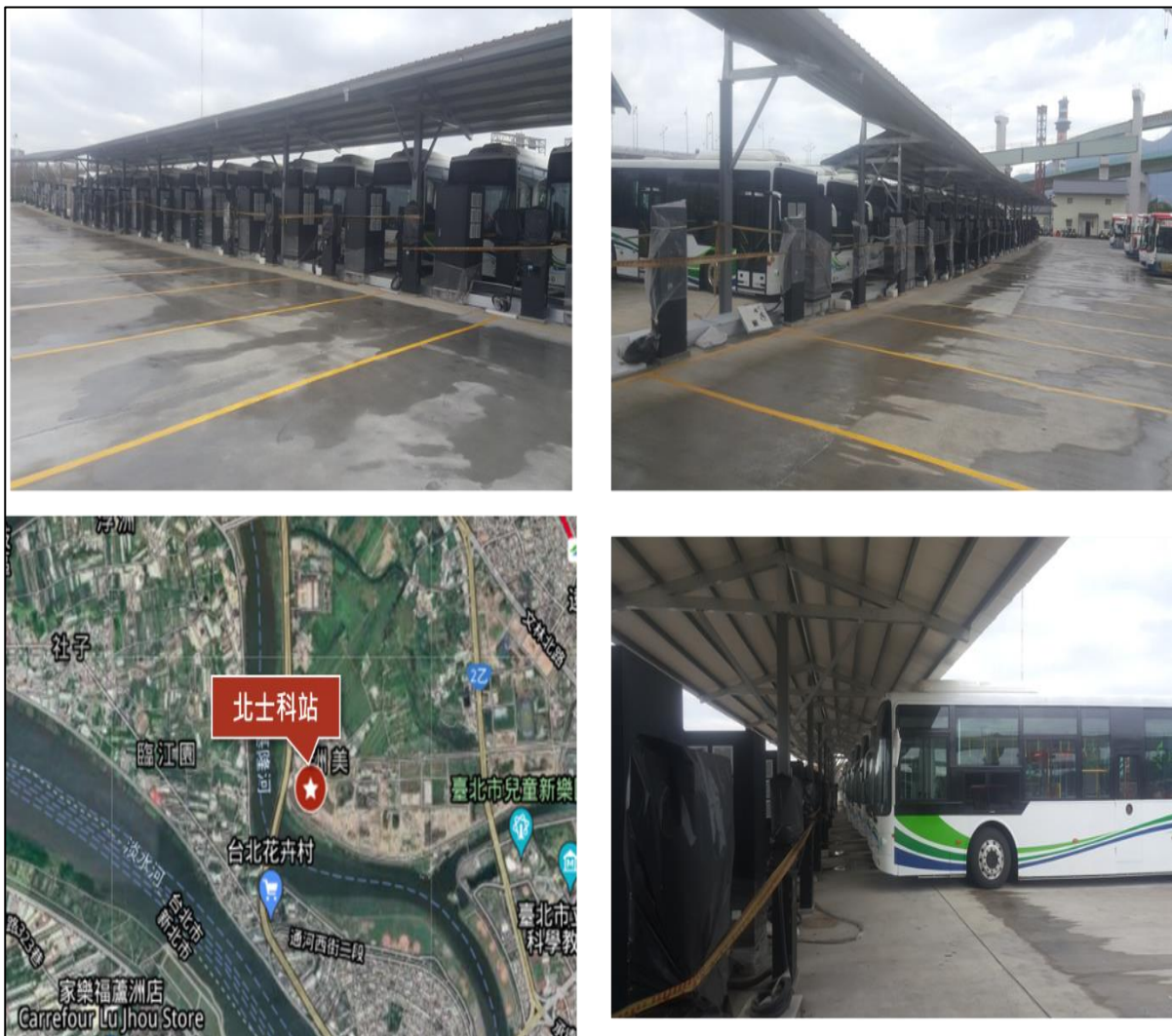
A. 場域位置不明顯，宣傳效果不佳。

B. 場域為集團私用場域，未開放給非集團公司使用。

C. 場域雖已經建立後台系統，但僅具備基本的充電樁管理功能，無智慧充電排程策略。

④ 充電站設置規劃：

已經設置 27 座一對二的直流充電樁，共 54 支 CCS 1 充電槍，單槍最大充電功率：120 kW。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 4.2.12 中興巴士集團北士科站現場



### 4.2.3 智慧充電管理系統示範場域選址

本計畫擬依據表 4.2-1 的示範場域遴選評估表，針對上述客運業者提出推薦並前訪探勘之三個場域進行評估，首先針對評分級距進行說明(如表 4.2-5)，申請示範場域基於三大類別進行評估；『場域特性』、『場域現況』、『場域未來發展』。『場域特性』用來評估場域擴充發展未來性；『場域現況』用來評估場域現有充電設施和使用狀況；『場域未來發展』評估場域未來充電設施和使用狀況，可顯示申請業者的企圖心。

每項類別包含多個評估項目，每個評估項目定義不同指標和評分，透過客觀的評分機制來評估場域。

表 4.2-5 示範場域申請評分級距表

類別	類別 佔分	項目	指標		評分	說明
場域特性	25	1. 場域管理	公有		5	公有場域可提供不同客運共同使用。
			私有		3	
		2. 場域使用	共用(使用客運公司數)	$\geq 4$	4	愈多客運公司使用，車型和行駛路線愈多樣化，智慧充電管理系統效益愈大。
				3	3	
				2	2	
			專用		1	
		3. 停車位數(P)	$P > 40$		8	停車位愈多，代表潛在可設置充電設備數目愈多。智慧充電管理系統效益愈大。
			$30 < P \leq 40$		6	
			$20 < P \leq 30$		4	
			$P \leq 20$		2	
		4. 可使用電力饋線(KVA)	$KVA > 1200$		8	可使用電力線容量愈大，代表未來設置更多數量，或功率更大充電設備愈容易。擴展性愈佳。
			$800 < KVA \leq 1200$		6	
			$400 < KVA \leq 800$		4	
			$KVA \leq 400$		2	
			$10 < BN \leq 15$		6	

資料來源：本計畫整理。

表 4.2-5 示範場域申請評分級距表(續 1)

類別	類別 佔分	項目	指標	評分	說明
場域 現況	30	5. 操作電動 大客車數 (BN)	$BN > 15$	8	現有操作電動大客車數愈多，代表現在導入智慧充電管理系統，更容易展示成效。
			$10 < BN \leq 15$	6	
			$5 < BN \leq 10$	4	
			$BN \leq 5$	2	
		6. 運行路線 數 (DRN)	$DRN > 8$	8	現有運行路線愈多，代表電動大客車工況愈多樣化，現在導入智慧充電管理系統，更容易展示成效。
			$5 < DRN \leq 8$	6	
			$3 < DRN \leq 5$	4	
			$DRN \leq 3$	2	
		7. 主要充電 模式	快充	6	快充模式縮短充電時間，更需要使用智慧充電管理系統來調度安排。
			快充、隔夜充並存	4	
			隔夜充	2	
		8. 每樁每日 充電次數 (CN)	$CN > 10$	8	每樁每日充電次數愈多，代表稼動率，導入智慧充電管理系統效益愈大。
			$7 \leq CN \leq 10$	6	
			$3 \leq CN \leq 6$	4	
場域 未來 發展	45	9. 操作電動 大客車數	$BN > 80$	12	操作電動大客車數愈多，導入智慧充電管理系統，更容易有效管理。
			$60 < BN \leq 80$	6	
			$40 < BN \leq 60$	4	
			$20 \leq BN \leq 40$	2	
		10.運行路線	$DRN > 12$	10	運行路線愈多，代表電動大客車工況愈多樣化，導入智慧充電管理系統更容易有效調度。
			$8 < DRN \leq 10$	6	
			$5 \leq DRN \leq 8$	4	
			$DRN \leq 4$	2	

資料來源：本計畫整理。

表 4.2-5 示範場域申請評分級距表(續 2)

類別	類別 佔分	項目	指標	評 分	說明
場域 未來 發展	45	11.主要充電 模式	快充	8	快充模式縮短充電時間，更 需要使用智慧充電管理系 統來調度安排。
			快充、隔夜充並存	5	
			隔夜充	2	
		12.每樁每日 充電次數	CN > 25	15	每樁每日充電次數愈多，代 表導入智慧充電管理系統 提高稼動率。
			16 <= CN <= 25	10	
			5 < CN <= 25	6	
			CN <= 5	2	

資料來源：本計畫整理。

就現況而言，由於『臺北市「行一大客車停車場」』和『桃園國際機場第二航廈停車場』其實尚未有具體作為電動大客車充電場域之規劃，故本計畫僅針對『中興巴士集團北士科站』進行評估，結果如表 4.2-6 顯示。

表 4.2-6 中興巴士集團北士科站評估

場域特性				
(1)場域管理	公有		私有	
評分	5		3	
(2)場域使用	共用 (>=4 家)	共用 (3 家)	共用 (2 家)	專用
評分	4	3	2	1
(3)停車位數	>40	30~40	20~30	<20
評分	8	6	4	2
(4)可使用電力饋線 (KVA)	>1,200	800~1,200	400~800	<=400
評分	8	6	4	2

資料來源：本計畫整理。

表 4.2-6 中興巴士集團北士科站評估(續)

現況				
(5)操作電動大客車數	> 15 輛	10~15 輛	5~10 輛	<5 輛
評分	8	6	4	2
(6)運行路線	>8	5~8	3~5	<=2
評分	8	6	4	2
(7)主要充電模式	快充	快充、隔夜充並存	隔夜充	
評分	6	4	2	
(8) 每樁每日充電次數	>10	7~10	3~6	<= 2
評分	8	6	4	2
未來發展 (預估 3 年後)				
(9)操作電動大客車數	>80 輛	60~80 輛	40~60 輛	20~40 輛
評分	12	8	6	4
(10)運行路線	>10	8~10	5~8	<= 4
評分	10	7	5	3
(11)主要充電模式	快充	快充、隔夜充並存	隔夜充	
評分	8	5	2	
(12) 每樁每日充電次數	>25	16~25	6~15	<= 5
評分	15	10	6	4

資料來源：本計畫整理。

根據表 4.2-6，中興巴士集團北士科站的評分為 62 分，相關優勢和劣勢說明如下：

1. 優勢：

- (1) 北士科站為「中興大業巴士」、「光華巴士」和「指南客運」共用的場域。達到多家共用的初步設定
- (2) 北士科站預計今年(111 年)所運轉的電動大客車數將達 63 輛，具一定規模。
- (3) 北士科站的停車位數達 54。足以負擔需求。
- (4) 電力饋線容量達 1800 kVA，已可提供多部電動大客車充電需求。

## 2. 劣勢：

- (1) 目前北士科站的充電模式仍以隔夜充電為主，並輔以白天間歇性補電。快充需求不高。
- (2) 由於車輛數和充電槍數差距不大，因此每樁每日充電次數不高。不易完全顯現智慧充電排程的優點。

雖然依現狀，國內尚未有多處可供遴選之理想充電場域選項，考量本計畫實為示範計畫，因此仍投入此評估模式進行評分模擬，以期建立日後充電場域評選模板。

### 4.3 專家委員交流與指導

#### 4.3.1 充電設備商交流情形

為提升電動大客車充電使用效率，本計畫預計建置智慧充電示範場域，包括設置符合國家標準之充電設備、導入車隊最佳充電排程的解決方案等，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，故於民國 110 年 9 月 13 日於運研所召開智慧充電管理系統示範場域建置會議，與包括台達電子工業股份有限公司、飛宏科技股份有限公司及起而行綠能股份有限公司等國內充電設備廠商進行交流，意見綜整如表 4.3-1 所示，訪談交流記錄詳見[附錄 4]。

表 4.3-1 充電設備商交流會議意見綜整

類別	意見綜整
發展趨勢	<ul style="list-style-type: none"><li>• 高功率的充電皆是建構在 CCS 架構下，而依照目前國際發展趨勢，未來充電介面會逐漸被 CCS1 取代。</li><li>• 未來發展方向要往 CCS1 充電規格，針對直流交流介面轉換的複雜度較低，因此國內直流充電往 CCS1 發展是順應趨勢。</li><li>• 依照國外(如加州)使用 CCS1 水冷槍之經驗，使用 CCS1 快充最大電流可達 500A。</li><li>• 建議國內應盡快將充電規格統一，較有利於業者投入；另外建議現有的電動大客車依然可保留使用 GB 直至屆期，CCS1 則以新的一套方案去執行。</li></ul>
充電樁技術能量	<ul style="list-style-type: none"><li>• 目前國內充電廠商生產之充電樁功率可達 350kW-360kW 左右，不過最適之充電功率仍須視各車廠車輛電池設計與客運業者實際營運需求及模式(如隔夜充、停站即充等)而定。</li><li>• 從電力供給及系統的角度看，充電站不單純只是做為大客車之充電使用，尚可考量涵蓋其他的發展方向，如綠電節能、儲能調度等。</li><li>• 充電樁主要依循 OCPP 通訊協定規範，接收車輛端指令進行充電，故充電樁增設功能之應用程度主要取決於車端可提供的資訊而定。</li></ul>

資料來源：本計畫整理。



表 4.3-1 充電設備商交流會議意見綜整(續)

類別	意見綜整
經驗分享 與建議	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國內目前已有廠商針對台電端電力供應、綠電及儲能相關的能源調度之整體規劃設計方案，建議未來充電站可導入再生能源、儲能等規劃。</li> <li>• 國際間有集電弓、無線充電等不同充電型式，歐洲推動集電弓是考慮公共場域於地面設置充電樁恐有民眾誤觸的疑慮，故採用集電弓的充電接頭(設在高處)以保障民眾安全，且大客車車頂接觸集電弓後即可開始充電，亦可省下人工充電的成本。</li> </ul>
參與意願	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國內充電設備廠商如台達電子、起而行綠能及飛宏科技，針對參與智慧充電管理系統示範場域皆採開放態度，惟我方須先提出場域建置建議供業者進一步評估意願。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

#### 4.3.2 智慧充電示範計畫專家座談會

本計畫為了解業者對於政府端推動公共充電站之想法與執行方向建議，於民國 110 年 12 月 15 日於運研所召開專家座談會，邀集中華民國公共汽車商業同業公會全國聯合會、臺灣電力股份有限公司、交通部路政司、公路總局、臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟、國立陽明交通大學等政府及學術單位，進行意見交流與後續推動之建議，並將相關意見綜整如表 4.3-2 所示，會議記錄詳見[附錄 5]。

表 4.3-2 智慧充電示範計畫專家座談會意見綜整

類別	意見綜整
推動困境	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 充電規格不同的問題可藉由共用插頭解決，然通訊協定互通仍有困難。</li> <li>• 藉由轉接頭進行充電規格的轉換(CCS1→CCS2)，好處為不會受限任何界面，進而提高稼動率，然因使用轉接頭出問題之責任難以釐清。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

表 4.3-2 智慧充電示範計畫專家座談會意見綜整(續 1)

類別	意見綜整
公共充電站 推動想法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前智慧充電運作的商業模式尚未建立，例如日夜間收費機制、管理機制等，且充電樁建置的主導單位有待釐清，此部分將會影響後續商業模式發展；不過以現階段電動大客車推動，推廣期間地方政府與客運業者為合作夥伴關係，故地方提案應納入對於電動大客車充電之相關規劃(充電場域選擇、用電申請協調、公共充電站規劃設置等)。</li> <li>• 前瞻基礎建設下的城鄉建設中，有增設停車場須預留充電樁硬體建置空間，另外於今年度(民 110 年)公共運輸服務升級計畫中，針對轉運站建置有預擬要留設充電樁的空間，而無論是在停車場還是轉運站，針對預留的充電樁空間，皆會產生以下議題：             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)預留的充電樁空間要多少？且未來充電樁會導入快充還是慢充模式亦將影響車輛周轉率。</li> <li>(2)充電樁能服務多少的路線與車輛？建議可於花蓮轉運站及基隆轉運站開始思考。</li> </ol> </li> </ul>
補助經費與 政府提案規劃	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府單位在經費補助分為兩套，地方政府補助市區公車會涉及財力分級的問題，若補助公路客運則是針對業者；而公運計畫補助部份，是針對車體與車內設施，未針對車體外的設施進行補助。</li> <li>• 建議交通部在充電樁相關補助應納入第三方檢測單位驗證車樁通訊相容性，好處是未來客運業者在買車時，將不會受到特定車款綁訂特定車樁的限制，可以選擇性價比較高的充電樁廠商。</li> <li>• 礙於現行體制，交通部公運計畫與電巴示範計畫，較難提供經費支援，可評估是否納入 112 年以後的補助項目要求。</li> <li>• 112 年以前建議以小規模試行方式辦理，建議可協調地方政府與業者尋求具亮點的場域(如轉運站)。</li> <li>• 交通部可於 12/17 電動大客車示範計畫評選時，將相關議題向地方政府提出，以利團隊後續媒合洽談。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

表 4.3-2 智慧充電示範計畫專家座談會意見綜整(續 2)

類別	意見綜整
其他建議	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電動大客車用電需求對於電網僅占比 7%，若搭配 EMS 能源管理系統，能有效控制剩於電量與充電功率(如電量剩 70% 充慢一點、40% 則充快一點)，故未來公車全面電動化對電網負荷不會造成很大的影響。</li> <li>• 目前 V2G 技術僅 CHAdeMO 可達到，CCS1 尚未有 V2G 的技術能力，然歐洲部分車廠明年會試行 CCS2 的 V2G 技術，故推測 CCS1 的 V2G 兩年後應可行。</li> <li>• OCPP 為公開協議而非法規，因此標檢局對於納入充電設備檢驗標準存有疑慮，故建議可先把 OCPP 轉換成試行的暫行標準。至於對於 OCPP 納入 CNS 標準要如何驗證則尚在討論中。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

#### 4.3.3 地方政府說明會交流情形

本計畫於民國 111 年 3 月 9 日於運研所採視訊會議方式，邀集臺北市政府交通局、新北市政府交通局、桃園市政府交通局、臺中市政府交通局、彰化縣政府工務處、臺南市政府交通局及高雄市政府交通局，說明與溝通公共充電站之設置目的與效益，並透過交流初步了解六都及電動大客車示範計畫核定之地方政府對於各自轄管區域內公共充電站之規劃推動想法，做為後續公共充電示範場域推動之基礎，交流意見綜整如表 4.3-3 所示，會議紀錄詳見[附錄 8]。

表 4.3-3 地方政府說明會交流說明會意見綜整

類別	意見綜整
充電站設置狀況及場域條件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在考量調度站高壓充電裝設置可行性前提下，建議可以尋找日間尖離峰差距大的路線。</li> <li>• 臺北市部分場域(7 處)因受限於場域條件，無法進行高壓用電申請。</li> <li>• 桃園市交通局未針對公共充電場站進行相關規劃，目前的充電場站皆屬於客運業者的私有的調度站。</li> <li>• 臺中市目前正積極評估於轉運節點處設置公共充電站，規劃於海線-梧棲用地提供 40 支充電樁、80 席位數；於市區-臺中車站北轉運中心用地提供 6 支充電樁、12 席位數。</li> <li>• 彰化縣規劃未來於二林轉運站建置電動大客車公共充電場站，並設置 2 座公共充電樁，充電規格有待商確。</li> <li>• 臺南市轄內的充電場站皆為客運業者私有地，尚未有公有充電場站之規劃。</li> <li>• 高雄市目前有三家使用電動大客車的客運業者，車輛數約 200 輛，皆在私有場域進行充電作業。</li> <li>• 高雄市目前沒有規劃公共充電場域，但未來配合鐵路地下化，民國 113 年時車站附近用地(車專二、車專三)分別將規劃為國道及市區客運轉運站，屆時將會委外建置經營，並規劃公共充電樁。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

表 4.3-3 地方政府說明會交流說明會意見綜整(續)

類別	意見綜整
地方政府與業者參與意願	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 臺北市轄內客運業者使用不同的車款，充電規格無法共用，如就現況從 GB 介面改為 CCS 介面，客運業者意願較不高。</li> <li>• 桃園市因於 105 年電動大客車導入經驗不佳，故客運業者對於後續投入電動大客車營運意願不高。</li> <li>• 臺南市有於客運業者私有場域並與本計畫結合進行公共充電站之合作意願。</li> </ul>
充電介面相關	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前國際市場上，充電站的主流規格為 CCS1 與 CCS2，未來國內應會朝向 CCS1 充電介面規格統一。</li> </ul>
其他	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 未來智慧充電場站須考量充電安全性，並應以客運業者的營運為主。</li> <li>• 對於後續示範場域的推動，希望確認中央政府能否提供相關補助。</li> <li>• 公共充電站對外的營運模式及權責管理單位須先釐清。</li> <li>• 建議充電站應朝向建置大功率充電樁，如 350KW~360KW。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

延續地方政府說明會初步回響，本計畫團隊亦與機關不間斷聯繫討論充電場域規劃事項，以利儘早配合地方政府公共充電場域之規劃執行進程，並協助逐步導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統，以及評估於公共充電場域導入智慧充電管理系統之可執行作法。

# 第五章 電動大客車智慧充電管理系統示範場域基礎建置

## 5.1 智慧充電管理系統示範場域-北士科場站基礎建置

### 5.1.1 示範場域基礎資訊與後續作業排程規劃

- 1. 場站地址：臺北市北投區洲美街 215 巷 8-1 號，如圖 5.1.1。
- 2. 場域使用業者：
  - (1) 中興巴士：[557 線] (11 輛)、[紅 12 線] (9 輛)。
  - (2) 光華巴士：[620 線] (20 輛)。
  - (3) 指南客運：[902 線] (23 輛)。
- 3. 場域運行車輛規格：如圖 5.1.2。
  - (1) 所有電動大客車皆配置 CCS1 車端介面。
  - (2) 電池容量為 248kwh。
- 4. 場域後續作業排程規劃：如表 5.1-1。

表 5.1-1 智慧充電管理系統示範場域後續作業排程規劃

項次	排程時間	作業規劃
(1)	111 年 3 月底	完成充電站硬體基礎建置、驗收上線使用。
(2)	111 年 3 月底	先投入 40 輛電動大客車(中興巴士+光華巴士)。
(3)	111 年 3 月底	配合本計畫導入智慧充電策略驗證及軟體測試修正。
(4)	111 年 4 月	現場人員充電調度(對照組)+系統模擬最佳化排程。
(5)	111 年 4 月底	比對智慧充電測試驗證結果，進行效益分析。
(6)	111 年 6 月底	再投入 23 輛電動大客車(指南客運)。

資料來源：本計畫整理。





資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.1 智慧充電管理系統示範場域位址

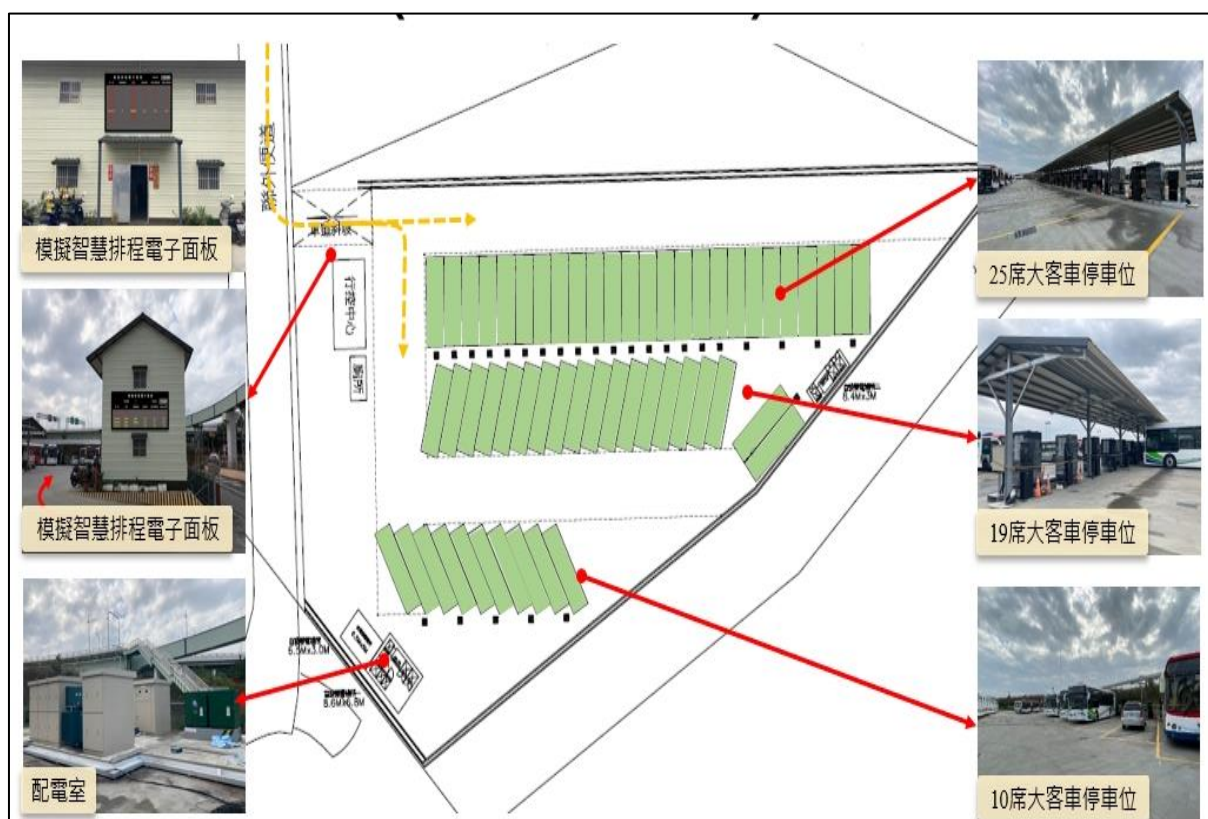


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.2 智慧充電管理系統示範場域運行車輛規格

## 5.1.2 示範場域電動大客車停車位與充電設備配置

1. 電動大客車停車位配置：目前劃設 54 席(後續視情況調整)，如圖 5.1.3。
2. 充電配置：如圖 5.1.4。
  - (1) 54 支充電槍(單槍最高功率 120kw)。
  - (2) 充電設備商：起而行綠能。
  - (3) 充電營運商：裕電能源。
3. 充電營運模式：隔夜充+日間補電。
4. 電力供給：日間 800kVA、夜間 1800kVA。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.3 智慧充電管理系統示範場域配置





資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.4 智慧充電管理系統示範場域充電設備

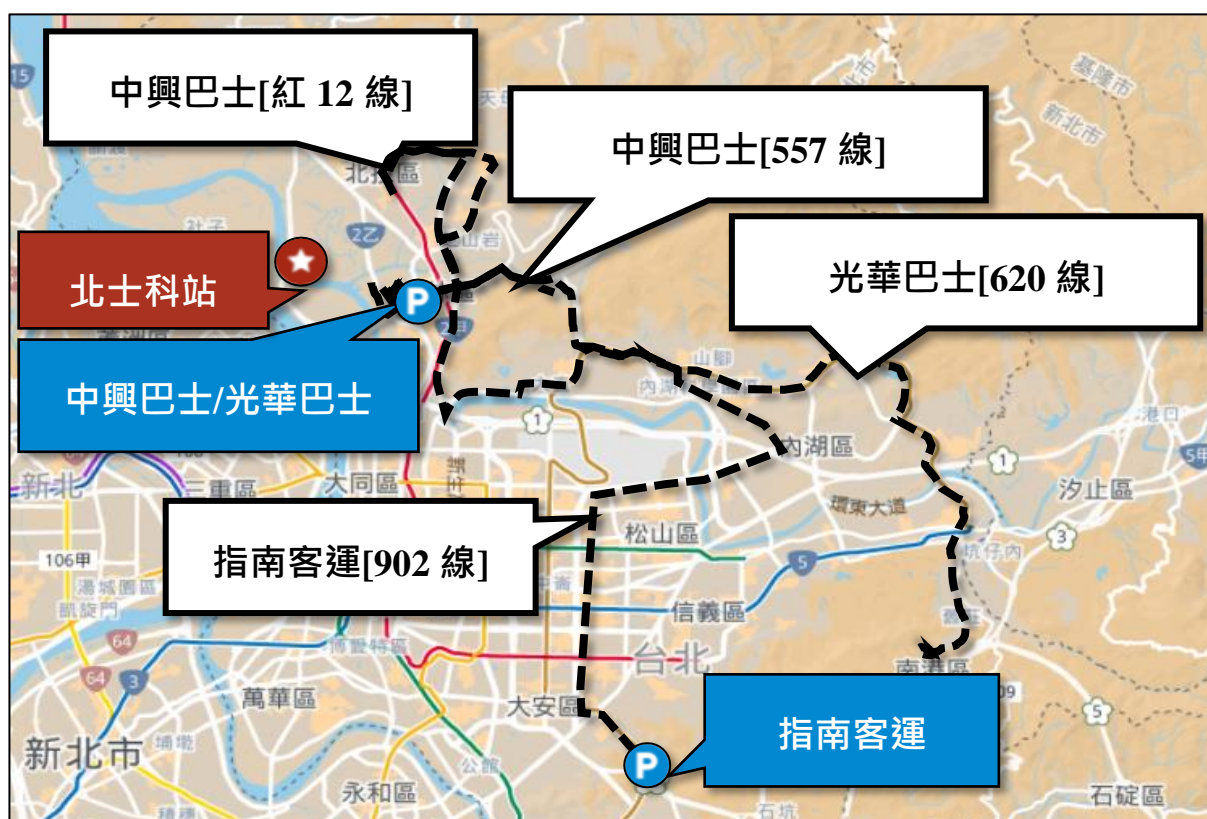
### 5.1.3 智慧充電管理系統示範場域-客運路線營運資訊

1. 客運路線營運資料概況：目前規劃如表 5.1-2 及圖 5.1.5 (後續視情況調整)。
2. 北士科站規劃停車數(夜間車輛停放)：75 輛大客車。
  - (1) 電動大客車：目前共 40 輛，中興巴士[557 線] (11 輛)、[紅 12 線] (9 輛)、光華巴士[620 線] (20 輛)。
  - (2) 柴油大客車：目前共 35 輛，光華巴士[250 線] (1 輛)、[683 線]+[市民小 8] (3 輛)、[9006 線]及其他公路客運路線(31 輛)。

表 5.1-2 智慧充電管理系統示範場域路線營運資訊

	中興巴士		光華巴士	指南客運
營運路線	557 線	紅 12 線	620 線	902 線
往返里程	約 7.4 公里	約 15.2 公里	約 35.8 公里	約 48 公里
營運時間	07:10-21:10	06:00-22:15	05:45-22:00	05:30-22:00
尖峰班距	[平日] 4-6 分 [假日] 固定班表	[平日] 12-15 分 [假日] 15-20 分	[平日] 10-15 分 [假日] 20-30 分	[平日] 12-15 分 [假日] 12-15 分
離峰班距	[平日] 10-15 分 [假日] 固定班表	[平日] 15-20 分 [假日] 15-20 分	[平日] 15-20 分 [假日] 20-30 分	[平日] 15-20 分 [假日] 15-20 分
待班時間	約 1 小時以上			
日間車輛 調度	現況：士林調度站  未來：北士科站			現況： 麟光調度站  未來： 北士科站
夜間車輛 停放	現況：士林調度站  未來：北士科站			現況： 麟光調度站  未來： 麟光調度站

資料來源：本計畫整理。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.5 智慧充電管理系統示範場域路線營運資訊

## 5.2 充電場域最適化分析軟體規劃建置

### 5.2.1 客運業者需求與輸出入參數掌握

本項任務首先完成針對充電場域建置成本優化分析與充電最佳化排程控制設計策略，釐清電動車充電站考量參數包括車輛數、殘電量、剩餘可行駛距離、剩餘班表需行駛距離、到達充電站時間、距離、時間電價、閒置充電設備與班表資訊等，以評估是否最適化，原因在於業者著重營運過程的穩定度與多年營運成本能否回收，因此場域最適化分析需要取得電動車相關規格，才能進一步評估分析充電場域容載量，達到最適化的效果；最優化充電排程策略之考量參數如表 5.2-1 所示。這些參數將用以決定輸出變數如預估充電時間、預估充電功率、能量與建議充電樁編號等。而針對此一多目標最佳化問題，需設計限制條件如最低允許殘電量、最長等候時間、要求最低行駛距離與最小充電量等，再從滿足限制條件之所有解中找出可使整體用電成本最低之最佳解。

透過本技術之開發，可在巴士駕駛的前台介面中即時提供剩餘可行駛距離、到達充電站時間、距離與建議充電時刻、時長等。當車輛靠近停車場後，可即時提示充電樁編號與剩餘充電時間，以提升充電設備稼動率，滿足後續排班需求及降低整體用電成本。

表 5.2-1 最優化充電排程策略之考量參數

提供參數	
電動巴士營運業者	電動巴士電氣/電池規格
	電動巴士各路線數量
	充電樁數量及規格
	班表與行車路線
	契約容量
車機(含VCU、BMS)	殘電量/消耗電壓/電流
	GPS
	車速
充電樁	充電設備使用/閒置狀態
	充電電壓、電流
行車路況中心/Google map (optional)	路況資訊

資料來源：本計畫繪製。



本計畫除了針對私人場域開發最優化充電排程系統外，另外，亦針對地方政府建構公共充電場域之智慧排程管理策略提供初步的擘劃。由於公共場域進場車輛複雜，場站管理程度不一，付費機制及相關營運商的營運模式皆有異於一般私人封閉型充電場域。因此，本團隊經與六都交通相關局處說明會後，針對公共充電站場域提供初步的幾項充電排程解決方案，如表 5.2-2，未來營運者(地方政府或 BOT 廠商)可依據場域需求及現況選擇其中可行的方案，本團隊可依其選擇，開放後台智慧排程軟體控制權限及其對應之參數，針對該場域，順利及快速地進行適當及有效率的充電管控。

表 5.2-2 公共充電站場域充電排程初步解決方案

	方案一	方案二	方案三	方案四
說 明	先到先充 (無管制)	充電上限及 時間管制	基本智慧排程	全智慧排程
預約機制(司機APP或行控中心操控)	✕	✕	✕	✓
車牌辨識(入口閘門)	✕	✕	✕	✓
充電樁控制(功率)	✕	✕	✓	✓
充電上限及時間限制	✕	✓	✓	✓
充電樁控制(啟動/關閉)	✕	✓	✓	✓
契約容量管控	✕	✓	✓	✓

資料來源：本計畫繪製。

地方政府或營運商選擇適當方案後，將依方案的需求提供相對應的充電排程考量參數。若選擇方案一，因為場域無管制，所以無須提供任何資料。方案二針對場域充電上限及時間做基本管制，因此，對應之參數需求如表 5.2-3 所示。方案三針對場域，做充電功率的最優化排程管控，已達到初步的能源管理效益，屬基本智慧排程方案，對應之參數需求如表 5.2-4 所示。方案四，針對場域進行全面的自動化智慧排程管理，司機可於進站前便知道是否有剩餘充電樁可使用，且可有效管控場域內充電樁使用機制，提升系統稼動率。因此，所需系統參數及對應車機資料相對複雜，需提供之對應參數需求如表 5.2-5 所示。

表 5.2-3 公共充電站場域充電排程方案二對應之參數列表

提供參數	
場域營運商	充電樁數量及規格(對應充電樁編號及停車格編號)
	契約容量
充電樁	充電樁編號(OCPP)
	充電樁狀態(OCPP)

資料來源：本計畫繪製。

表 5.2-4 公共充電站場域充電排程方案三對應之參數列表

提供參數	
場域營運商	充電樁數量及規格(對應充電樁編號及停車格編號)
	契約容量
充電樁	充電樁編號(OCPP)
	充電樁狀態(OCPP)
	充電電壓、電流(OCPP)

資料來源：本計畫繪製。

表 5.2-5 公共充電站場域充電排程方案四對應之參數列表

提供參數	
電動巴士營運業者	對應車牌號碼參數：電動巴士電氣/電池規格
場域營運商	充電樁數量及規格(對應充電樁編號及停車格編號)
	契約容量
車機資料	殘電量
	GPS
	車牌號碼
充電樁資料	充電樁編號(OCPP)
	充電樁狀態(OCPP)
	充電電壓、電流(OCPP)

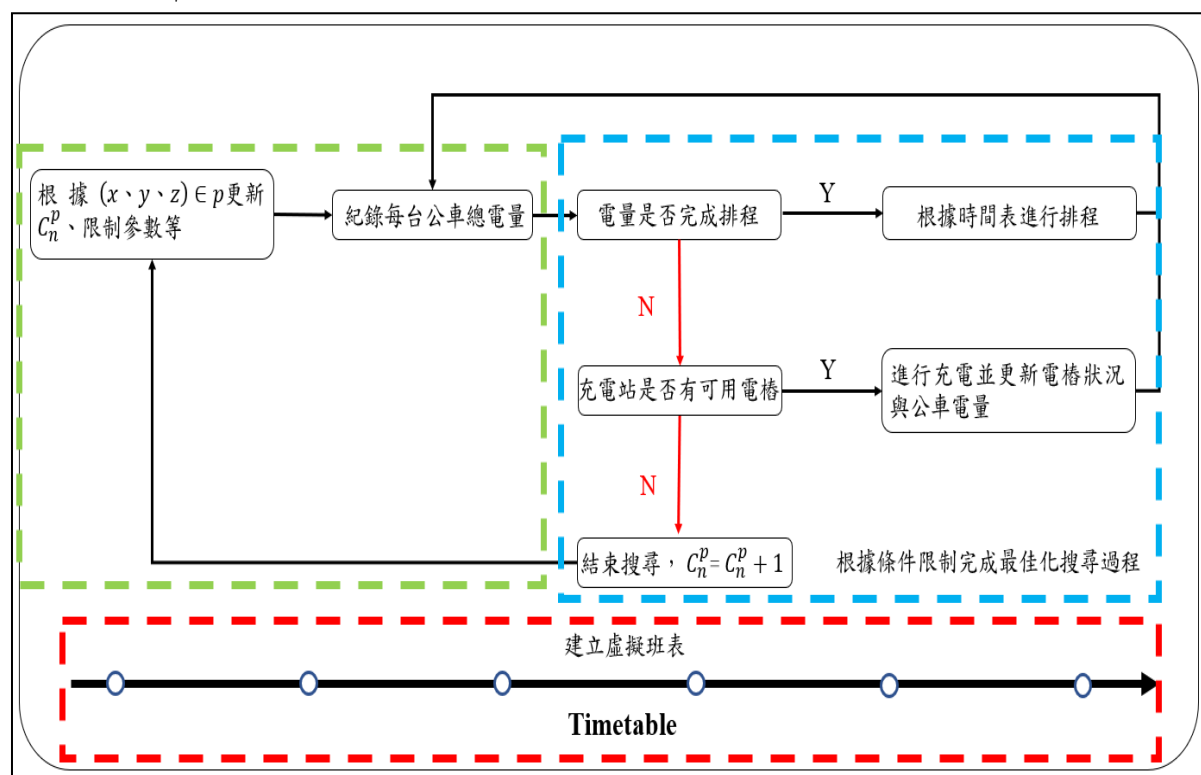
資料來源：本計畫繪製。

## 5.2.2 充電場域建置成本優化分析

本技術之目標為發展一套充電場域建置成本優化分析軟體，業者可輸入關鍵之建置參數便能評估有效之建置成本，其各工作項目完成說明如下：

### 1. 規劃載具動態運行於充電場域設計

根據本研究相關條件(不改變其公車業者班表)，綜合前述所整理之成本優化文獻，建立本研究所規劃之載具動態運行於充電場域設計流程圖，如圖 5.2.1 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.1 規劃載具動態運行於充電場域設計流程圖

此流程圖由三大部分所組成，分別為：

- (1) 紅框：當前公車業者所擁有之當日班表；
- (2) 綠框：每次疊代迴圈開始時，整體演算法需要更新之項目；
- (3) 藍框：演算法疊代動態更新充電排程。

紅框部分，透過業者擁有之班表將其切割成運行時間與休息時間；而綠框內  $(x, y, z) \in p$  代表三種不同規格之充電樁：超級快充、快速充電以及慢速

充電，而 $C_n^p$ 指的是不同形式之充電樁數量，而當每一次疊代迴圈開始時，除了會針對充電樁數量進行更新外，也會重新紀錄每一台公車在目前時間所擁有之電量；藍框為整體演算法計算流程，首先與業者取得相關數據，如：完成一次路線所耗之電量(EPA)，判斷當前電動大客車電量是否能支應下一個行程的運行，若不行，則判斷當前是否有空閒之充電樁，若否，則結束此次疊代搜尋，並更新 $C_n^p$ 直至可完成一整天日夜間之班表排程。

## 2. 充電場域建置成本數學模型優化設計

針對前述載具動態運行於充電場域設計流程規劃，本研究建立充電場域建置成本數學模型，如圖 5.2.2 所示，其中相關參數定義如表 5.2-6 參數定義表所示。該數學模型由四種節點所規劃而成，分別為載客初始站(S)、載客終點站(F)、營運總站(E)以及充電站©。此模型則藉由計算電動大客車在某種工作條件下所剩餘之電量如： $i \in N$  電動大客車數量、 $j \in Z$  工作排程(trips)、 $d \in D$  行駛至載客終點站、 $e \in E$  終點站行駛至總站、 $c \in C$  充電樁充電事件、 $t \in T$  時刻表時間事件、 $(x, y, z) \in p$  充電樁形式，並考慮到不同形式的公車行駛里程，如從營運總站(E)發車後，會從載客初始站(S)或載客終點站(F)當作起點進行載客任務，所建置而成。其中，紅框部分為電動大客車是否進行充電之決策變數(Variable)，在每一節點，皆可藉由其數學模型計算當前契約容量關係、充電樁數量需求與公車充電需求關係、工作車輛目前電量與載客站電量關係、工作車輛目前電量與殘電量(State-Of-Charge, SOC)關係，其公式為 公式(1)至(4)。

契約容量限制

$$\sum_{p=1}^3 \sum_{c=1}^w P_w^p \times t_w^p < Q_{max}$$

公式(1)

充電樁數量需求需要滿足公車充電需求

$$\sum x_{ec}^i - \sum A_n^p = 0$$

公式(2)

工作車輛目前電量於時刻表時間時返回載客站電量高於所需電量

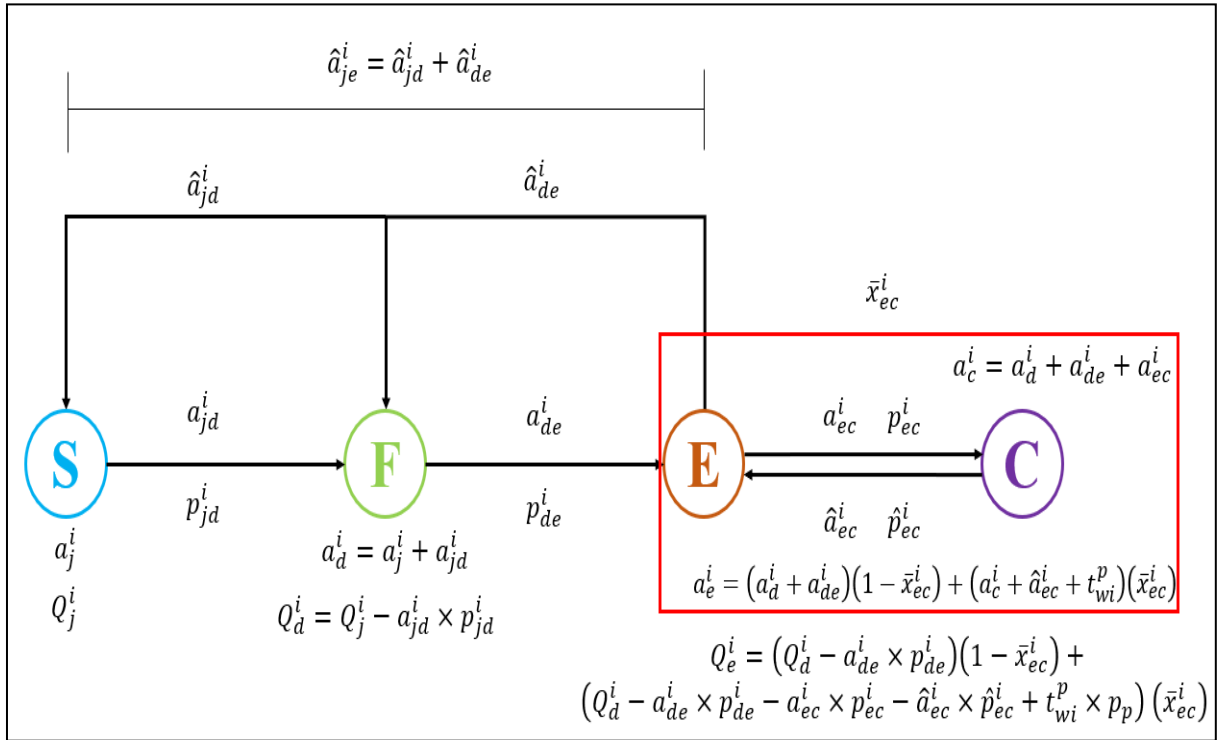
$$Q_t^i - [P_{de}^i + P_{jd}^i(Z_{je})] \times [\hat{a}_{de}^i + \hat{a}_{jd}^i(Z_{je})] > (Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i] + (1 - Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i + (p_{jd}^i + p_{de}^i) \times \hat{a}_{je}^i]$$

公式(3)

工作車輛目前電量大於最低限制 SOC

$$Q_{te}^i - (Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i] + (1 - Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i + (p_{jd}^i + p_{de}^i) \times \hat{a}_{je}^i] > SOC_{min} \times Q_{init}$$

公式(4)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.2 最佳化決策架構數學模型圖

表 5.2-6 參數定義表

參數(parameter)	
$a_j^i$	第 $i \in N$ 台公車於載客初始站之時間
$Q_j^i$	第 $i \in N$ 台公車於載客初始站時剩餘容量
$a_{jd}^i$	第 $i \in N$ 台公車從載客初始站行駛至載客終點站所需時間
$p_{jd}^i$	第 $i \in N$ 台公車從載客初始站行駛至載客終點站所需平均功率
$a_d^i$	第 $i \in N$ 台公車於載客終點站之時間
$Q_d^i$	第 $i \in N$ 台公車於載客終點站時剩餘容量
$a_{de}^i$	第 $i \in N$ 台公車從載客終點站行駛至總站所需時間
$p_{de}^i$	第 $i \in N$ 台公車從載客終點站行駛至總站所需平均功率
$a_e^i$	第 $i \in N$ 台公車於總站之時間
$Q_e^i$	第 $i \in N$ 台公車於總站時剩餘容量
$a_{ec}^i$	第 $i \in N$ 台公車從總站行駛至充電樁所需時間
$p_{ec}^i$	第 $i \in N$ 台公車從總站行駛至充電樁所需平均功率
$\hat{a}_{ec}^i$	第 $i \in N$ 台公車從充電樁行駛至總站所需時間

資料來源：本計畫繪製。



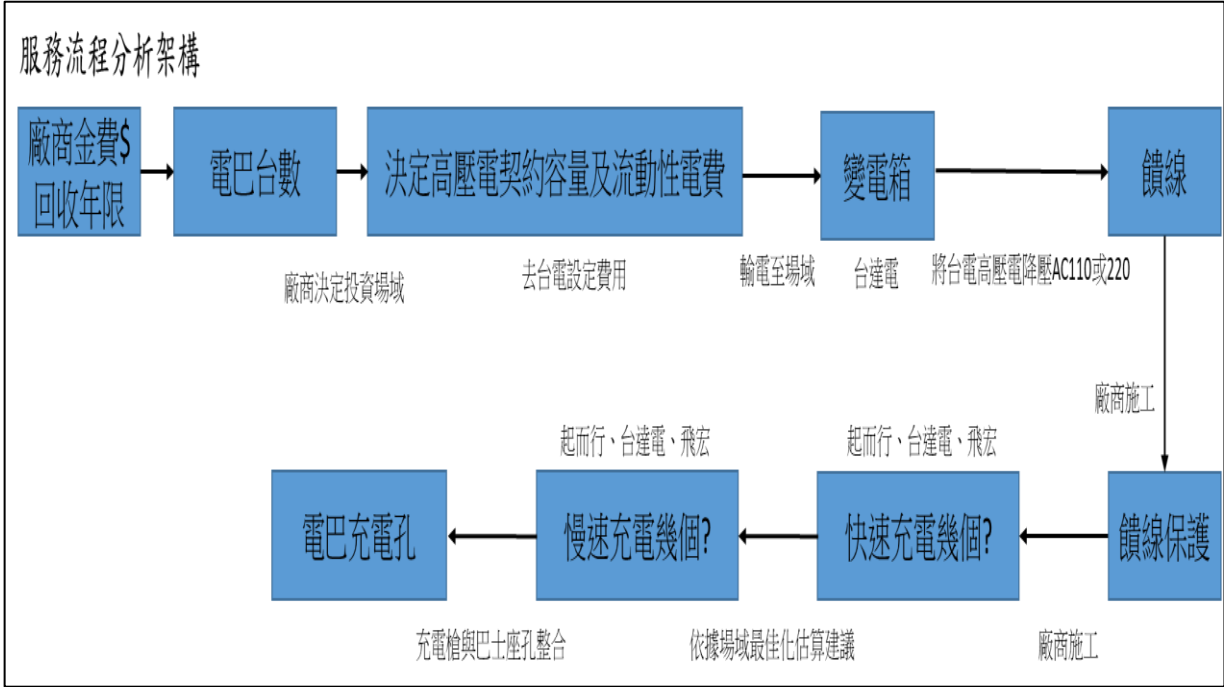
表 5.2-6 參數定義表(續)

參數(parameter)	
$\hat{p}_{ec}^i$	第 $i \in N$ 台公車從充電樁行駛至總站所需平均功率
$a_c^i$	第 $i \in N$ 台公車於充電樁之時間
$t_{wi}^p$	第 $(x、y、z) \in p$ 形式之充電樁替第 $i \in N$ 台公車充電時間
$p_p$	第 $(x、y、z) \in p$ 形式之充電樁充電功率
$\hat{a}_{de}^i$	第 $i \in N$ 台公車從總站行駛至載客終點站所需時間
$\hat{a}_{jd}^i$	第 $i \in N$ 台公車從載客終點站行駛至載客初始站所需時間
$\hat{a}_{je}^i$	第 $i \in N$ 台公車從總站行駛至載客初始站所需時間
二進制變量(binary variable)	
$\bar{x}_{ec}^i$	第 $i \in N$ 台公車是否前往充電 =1表示需要充電，0則反之
$A_n^p$	第 $(x、y、z) \in p$ 形式第 $n$ 台充電樁工作情況 =1表示目前在充電排程，0則反之
$F_j^i$	第 $i \in N$ 台公車在特定工作條件下是否可派車 =1表示可以派車，0則反之
$F_t$	該時段是否有排程需求 =1表示需要派車，0則反之
$Z_{je}$	是否從總站回起始站 =1表示從總站回起始站發車，0則反之

資料來源：本計畫繪製。

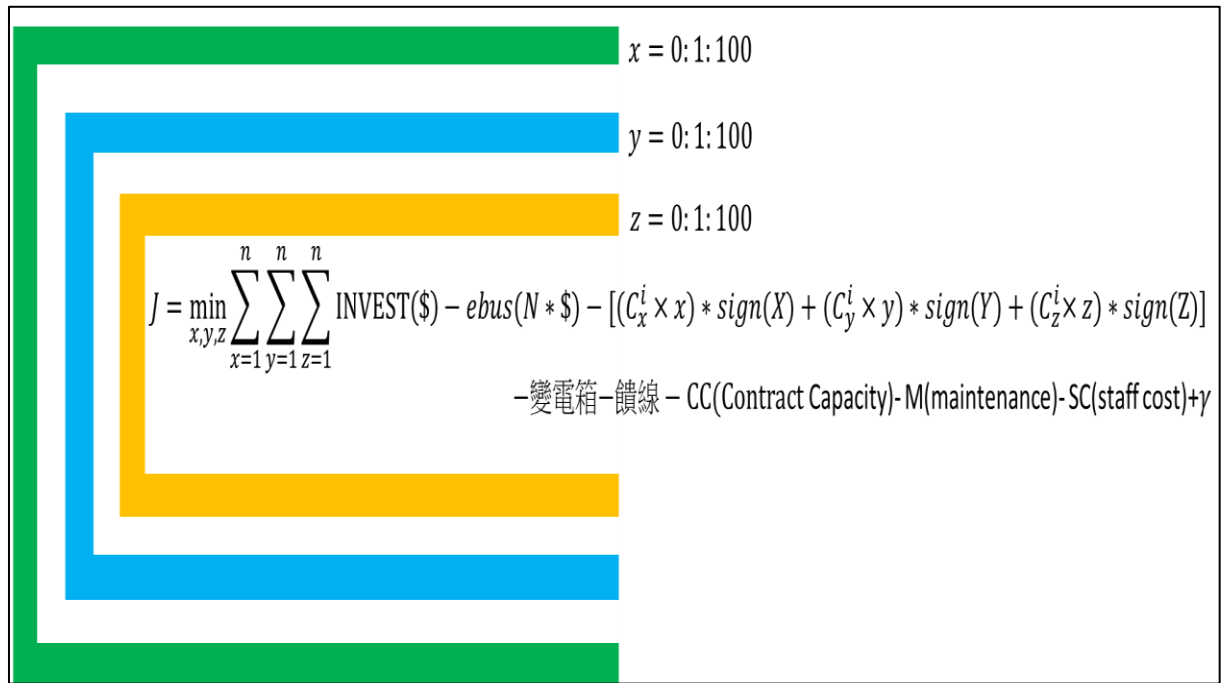
3. 規劃收尋迴圈之關鍵決策參數設計

服務流程架構先了解充電樁電力送出之前，各階段電力建置成本規劃與必須關注的成本內容，藉由前述所提之載具動態運行於充電場域設計、充電場域建置成本數學模型以及相關文獻之目標函數，本計畫研究建立針對全域搜尋迴圈與目標函數將其分成靜態搜尋與動態搜尋，以設計出來的問題點找出理想的最佳解，其中主要目標函數分為八個項目，參數如投資金額、充電巴士數量、充電數量(超快充、快充、慢充)、變電箱、饋線、契約容量、維護費、人力成本，並根據需求建立建置條件(契約容量、回收年限、廠商建置金費、台電供電電量、場域大小等)，全域搜尋迴圈是透過不斷變化的充電樁數量，計算充電樁分配順序；針對場域總額定度數亦或契約容量建立此最佳化場域度數項目，在滿足給定之限制條件下，進行最低成本探討再透過限制條件進行懲罰值建立機制，以符合充電順序/工作排程找出合理性，以利最低建置成本進行設計，完成最佳化充電場域建置之目的，不同需求用結果圖 5.2.3 至 5.2.15 以及公式(5)至(20)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.3 服務流程分析架構



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.4 蜂窩式迴圈收尋架構

公式於 (5)、(6) 中， $P_{inv.}$  為廠商投資金額； $P_x$  為充電樁價格； $i$  為充電樁數量； $C_x$  為充電樁數量影響係數，如公式 7 所示，其中  $x$  為充電樁數量，由於不同數量供電柱在變電箱建設成本會有所不同，故設置此機制； $P_{dis.}$  為建立變電箱成本； $P_{feed}$  為饋線成本； $P_{con.}$  固定管銷費用(如人事成本、契約容量金額等)； $w_x$  為充電樁功率； $w_d$  為充電功率需求， $\gamma$  為懲罰值，可針對充電功率需求是否滿足進行調變。

需求 1：已知投資成本下，討論單一類型充電樁最低剩餘成本

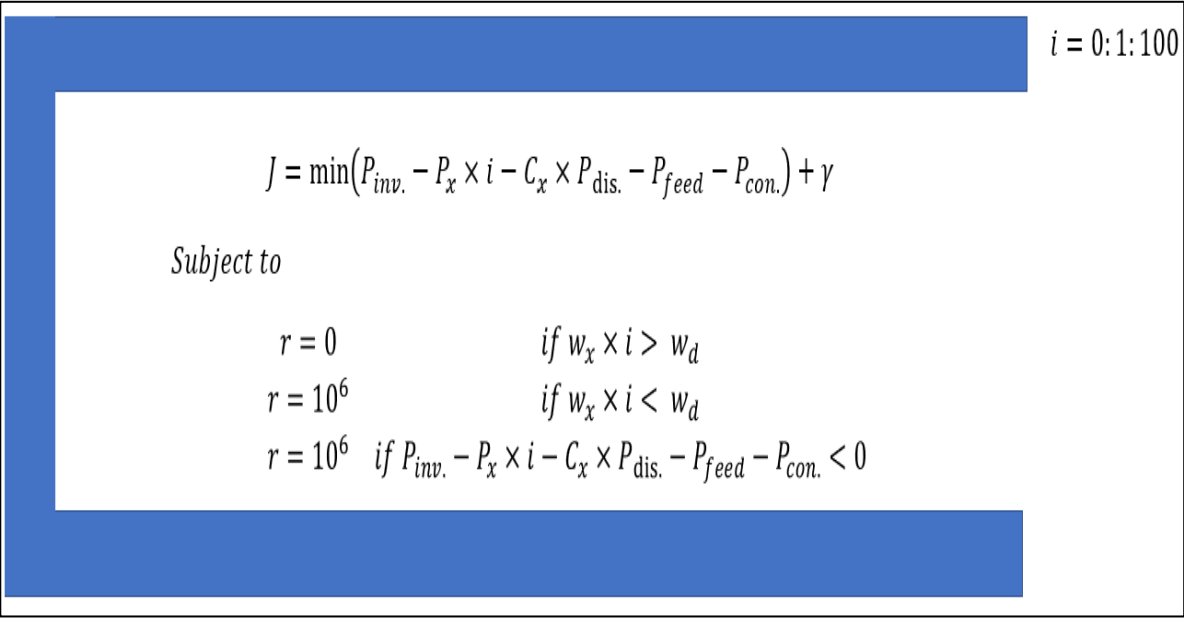
$$J = \min(P_{inv.} - P_x \times i - C_x \times P_{dis.} - P_{feed} - P_{con.}) + \gamma$$

$$r = 0 \text{ if } w_x \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \text{ if } w_x \times i < w_d$$

$$r = 10^6 \text{ if } P_{inv.} - P_x \times i - C_x \times P_{dis.} - P_{feed} - P_{con.} < 0$$

公式(5)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.5 需求 1 全域搜尋圖

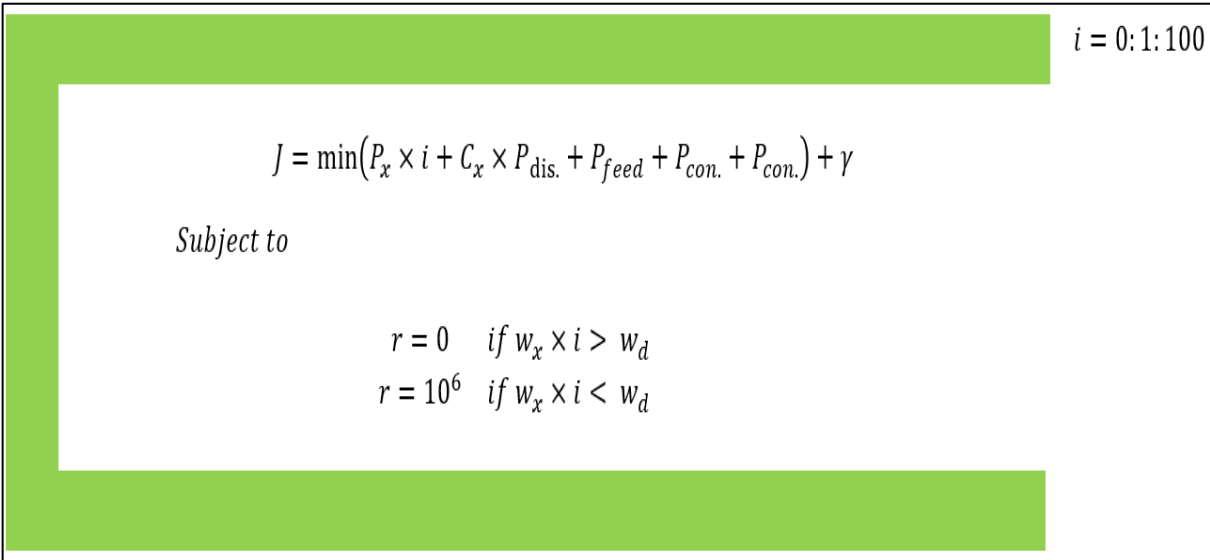
需求 2：未知投資成本下，討論單一類型充電樁最低建設成本

$$J = \min(P_x \times i + C_x \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.} + P_{con.}) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if } w_x \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if } w_x \times i < w_d$$

公式(6)

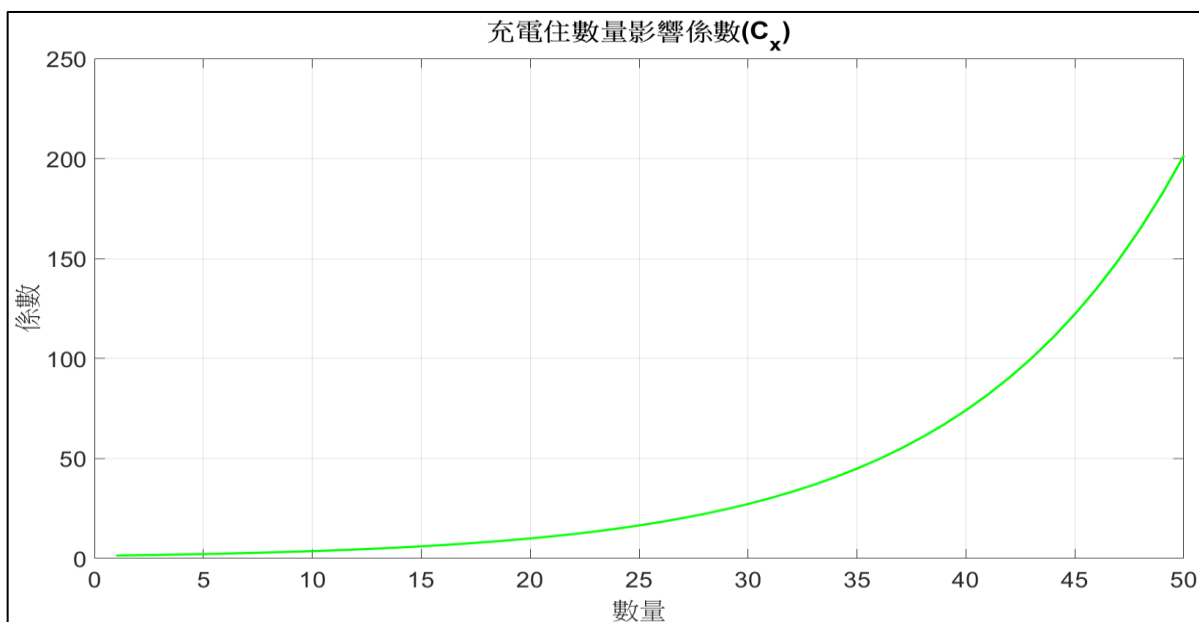


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.6 需求 2 全域搜尋圖

$$C_x = 1.5e^{\frac{x}{2}}$$

公式(7)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.7 充電樁數量影響係數

需求 3：未知投資成本下，討論多種類充電樁最低建設成本

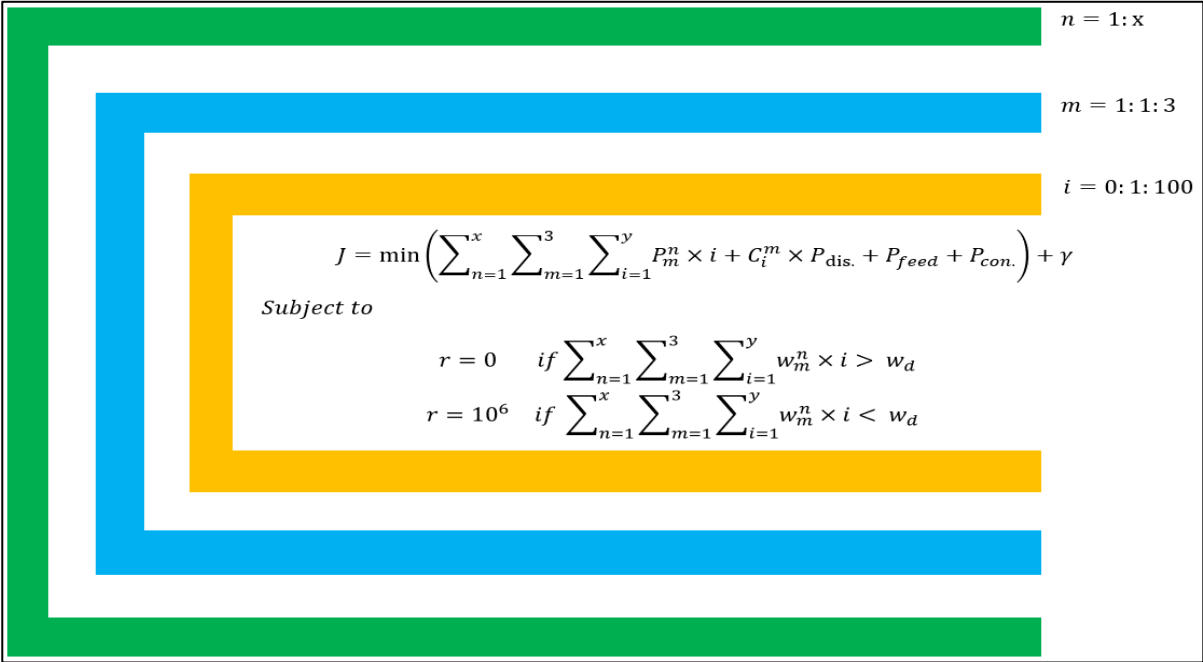
$$J = \min \left( \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.} \right) + \gamma$$

$$r = 0 \text{ if } \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \text{ if } \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i < w_d$$

公式(8)

於公式(8)中， $P_m^n$ 表示不同廠牌知不同充電功率充電樁，上標 $n$ 表示不同廠牌、下標 $m$ 表示充電樁功率種類(超級快充、快充、慢充，以1、2、3表示)， $C_i^m$ 為充電樁影響係數，如公式 9 所示，下標 $i$ 為充電樁數量，趨勢關係如圖 5.2.8 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.8 需求 3 全域搜尋圖

$$C_i^m = ae^{\frac{x}{2}}$$

if m = 1

a = 1

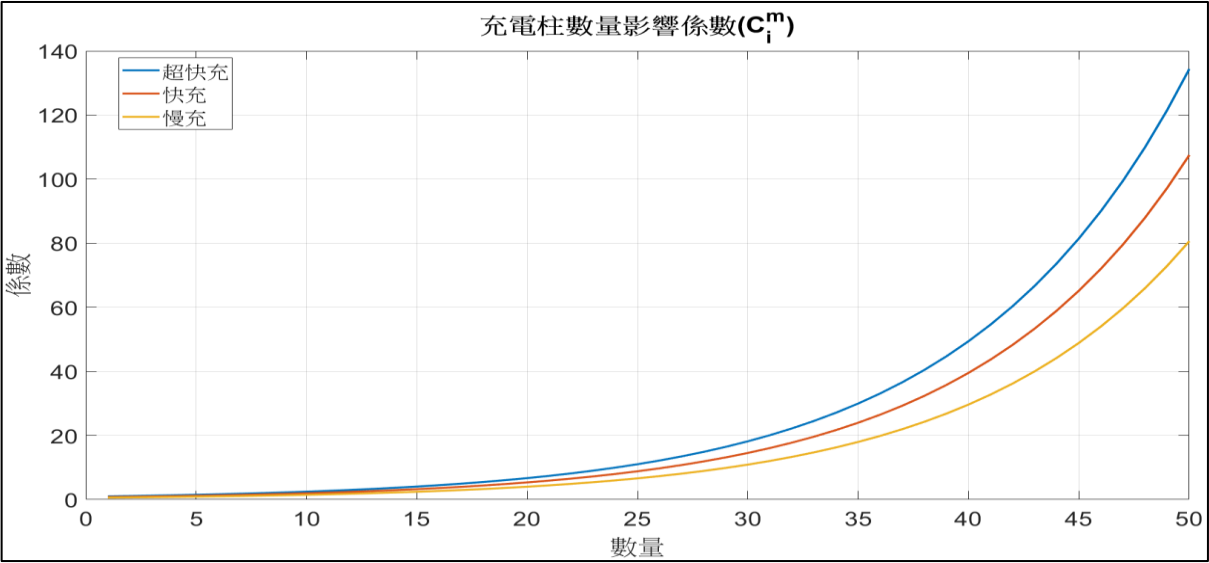
if m = 2

a = 0.8

if m = 3

a = 0.6

公式(9)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.9 不同功率充電樁數量影響係數



需求 4：針對需求 3 加上需求回收年限進行最低建設成本討論

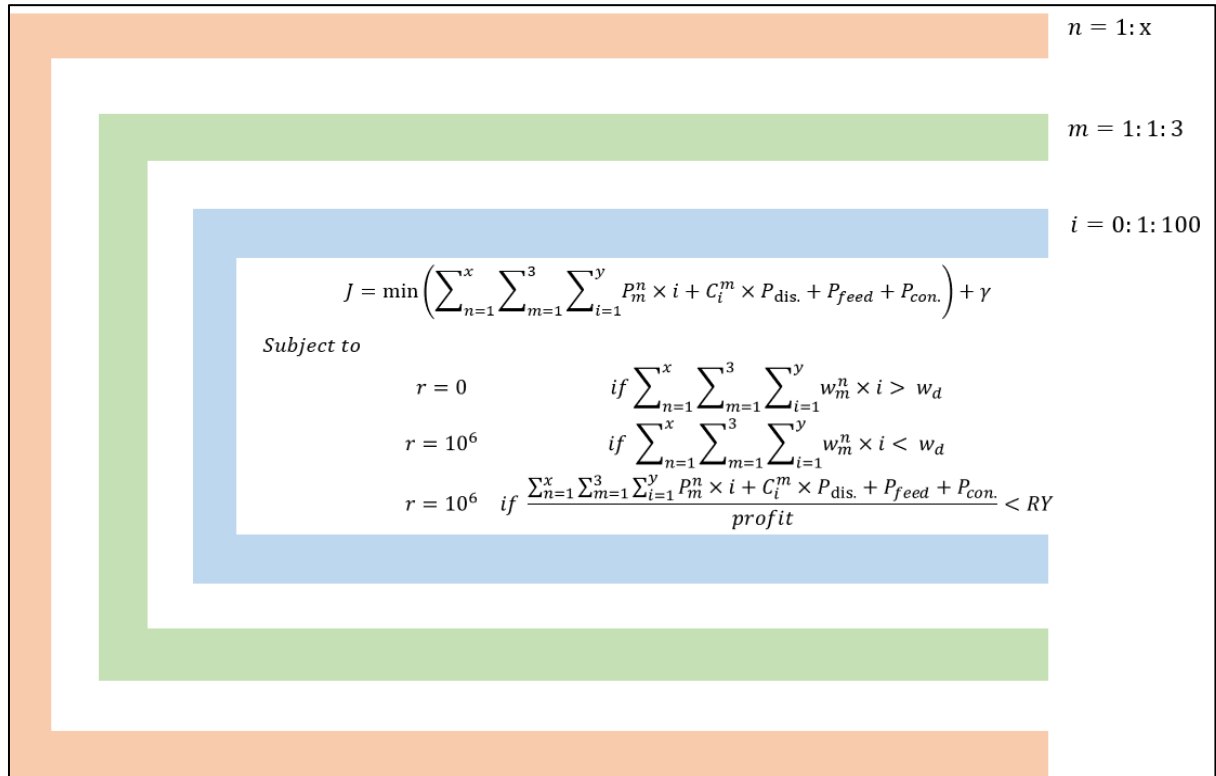
$$J = \min \left( \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.} \right) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i < w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \frac{\sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.}}{\text{profit}} < RY$$

公式(10)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.10 需求 4 全域搜尋圖

需求 5：針對需求 4 增加業者開放私人充電討論最低建設成本

$$J = \min \left( \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.} \right) + \gamma$$

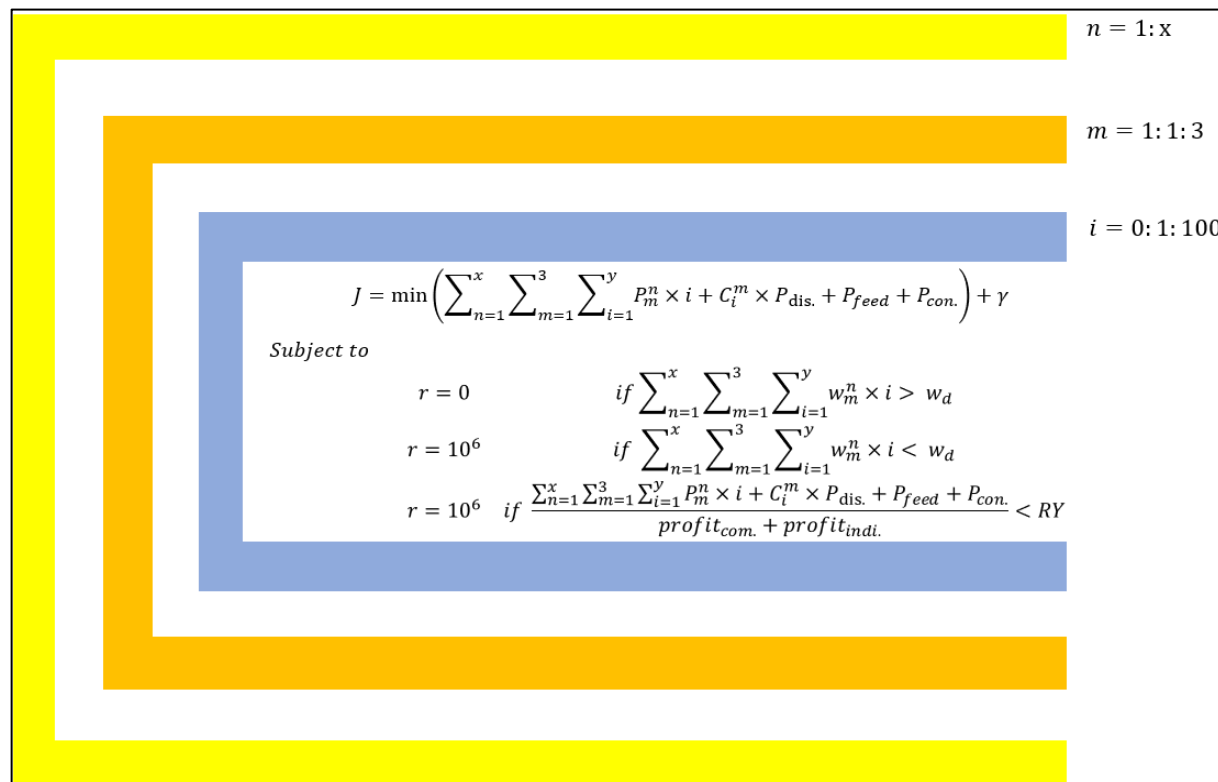
$$r = 0 \text{ if } \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \text{ if } \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i < w_d$$

$$r = 10^6 \text{ if } \frac{\sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.}}{profit_{com.} + profit_{indi.}} < RY$$

公式(11)

公式於(10)、(11)中， $RY$ 為回收年限， $profit$ 為經濟收益(如年盈餘)，下標 $com.$ 為公車業者公司營收； $indi.$ 為公司業者開放充電站給私人充電需求盈收。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.11 需求 5 全域搜尋圖

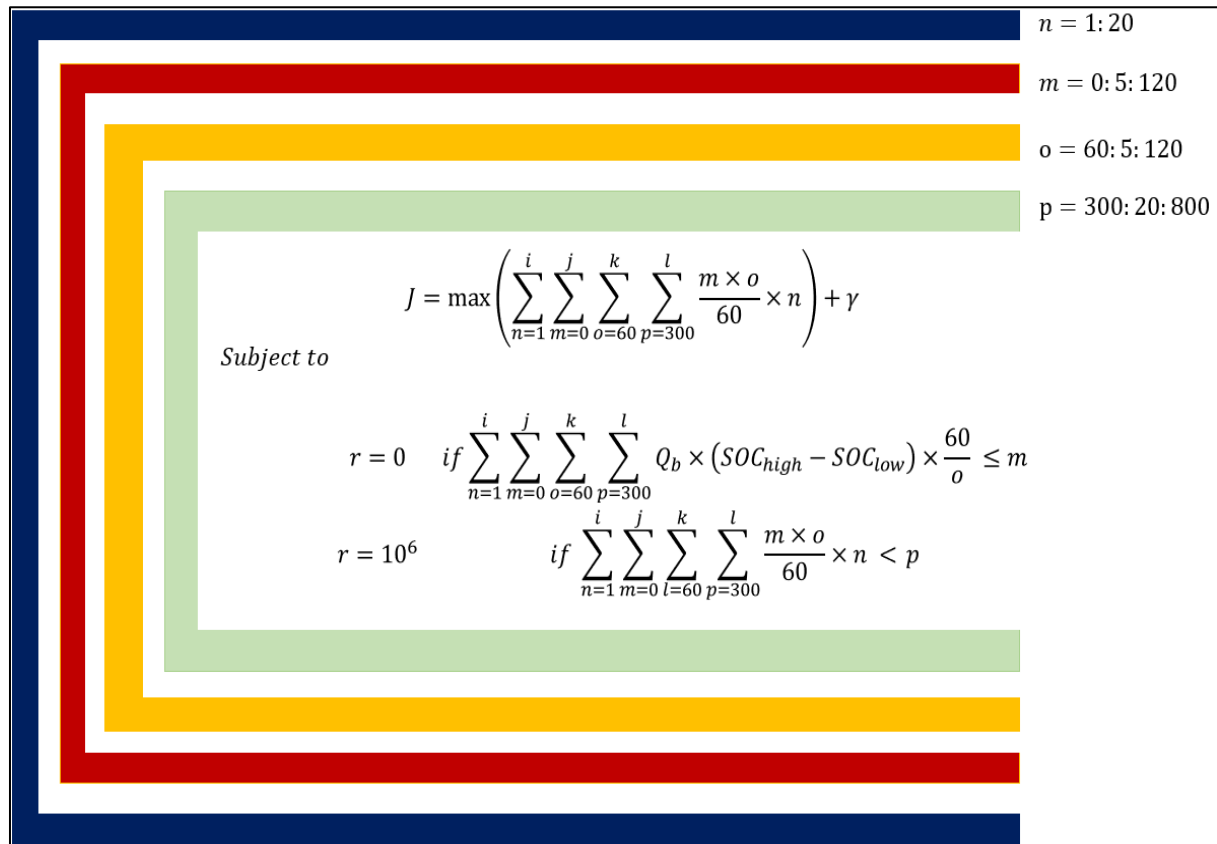
需求 6：根據業者充電樁數、充電功率以及休息時間(白天)決定最大契約容量

$$J = \max \left( \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=60}^k \sum_{p=300}^l \frac{m \times o}{60} \times n \right) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if } \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=60}^k \sum_{p=300}^l Q_b \times (SOC_{high} - SOC_{low}) \times \frac{60}{o} \leq m$$

$$r = 10^6 \quad \text{if } \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=60}^k \sum_{p=300}^l \frac{m \times o}{60} \times n < p$$

公式(12)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.12 需求 6 全域搜尋圖

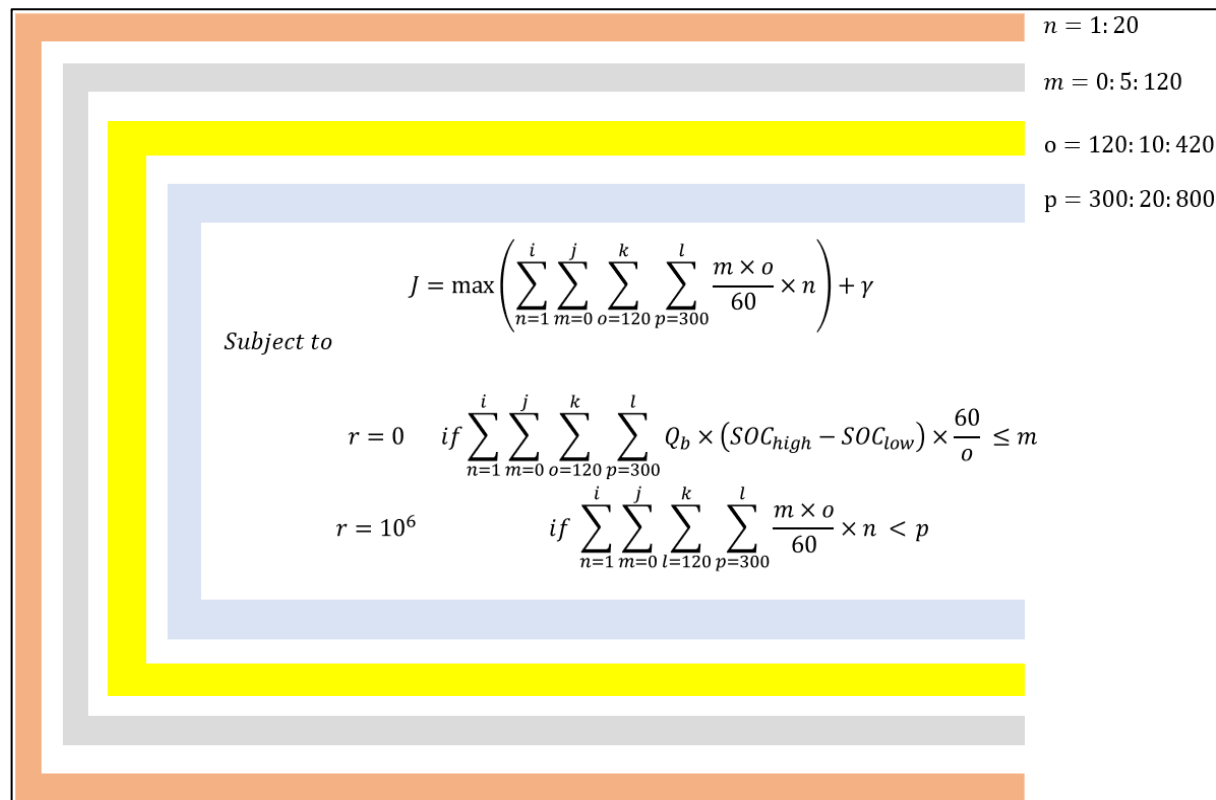
需求 7：根據業者充電樁數、充電功率以及休息時間(夜間)決定最大契約容量

$$J = \max \left( \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=120}^k \sum_{p=300}^l \frac{m \times o}{60} \times n \right) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if } \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=120}^k \sum_{p=300}^l Q_b \times (SOC_{high} - SOC_{low}) \times \frac{60}{o} \leq m$$

$$r = 10^6 \quad \text{if } \sum_{n=1}^i \sum_{m=0}^j \sum_{o=120}^k \sum_{p=300}^l \frac{m \times o}{60} \times n < p$$

公式(13)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.13 需求 7 全域搜尋圖

公式於(12)、(13)中， $n$ 為充電樁數， $m$ 為充電樁輸出功率， $o$ 為公車回站休息時間， $p$ 為契約容量收， $Q_b$ 為電池電容量， $SOC_{high}$ 與 $SOC_{low}$ 為電池電量上下限。

需求 8：根據快慢充數量於變動投資成本下最低剩餘金額

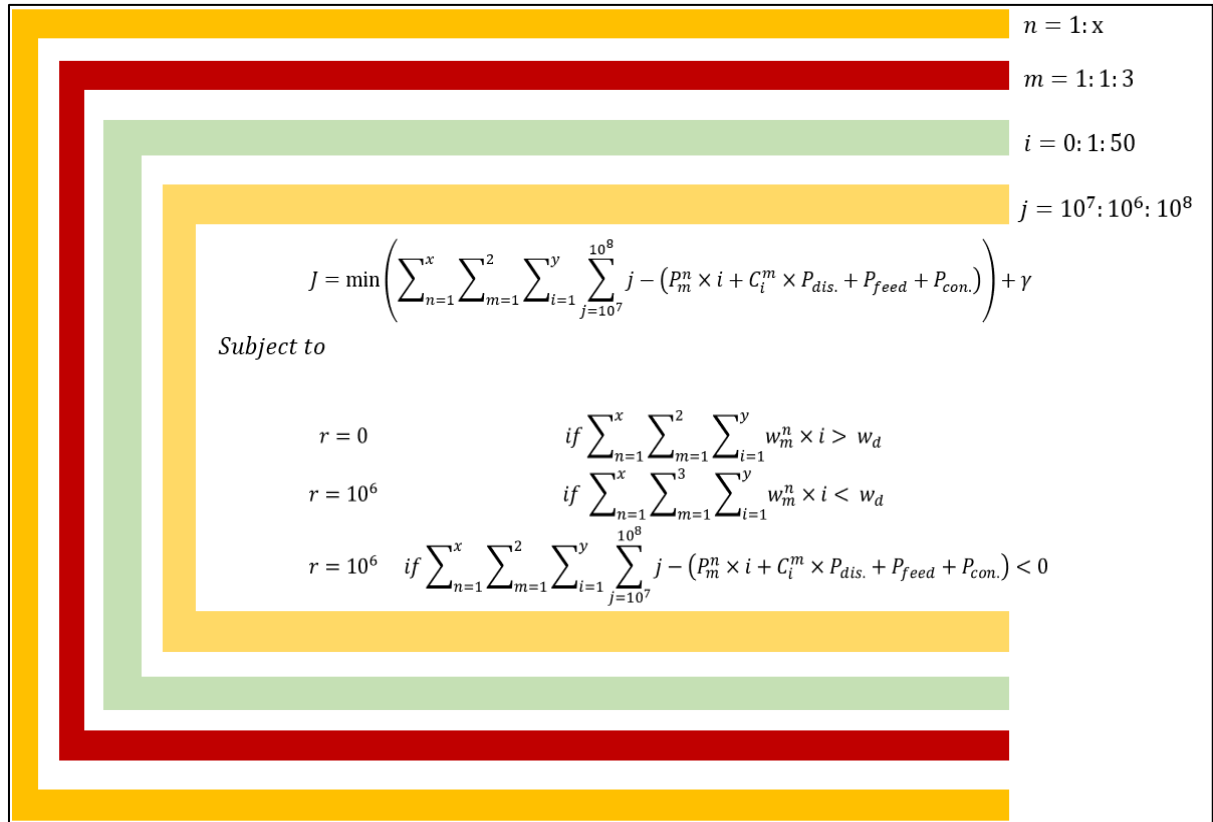
$$J = \min \left( \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^y \sum_{j=10^7}^{10^8} j - (P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.}) \right) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i < w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^y \sum_{j=10^7}^{10^8} j - (P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.}) < 0$$

公式(14)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.14 需求 8 全域搜尋圖

需求 9：根據快慢充數量決定變動回收年限

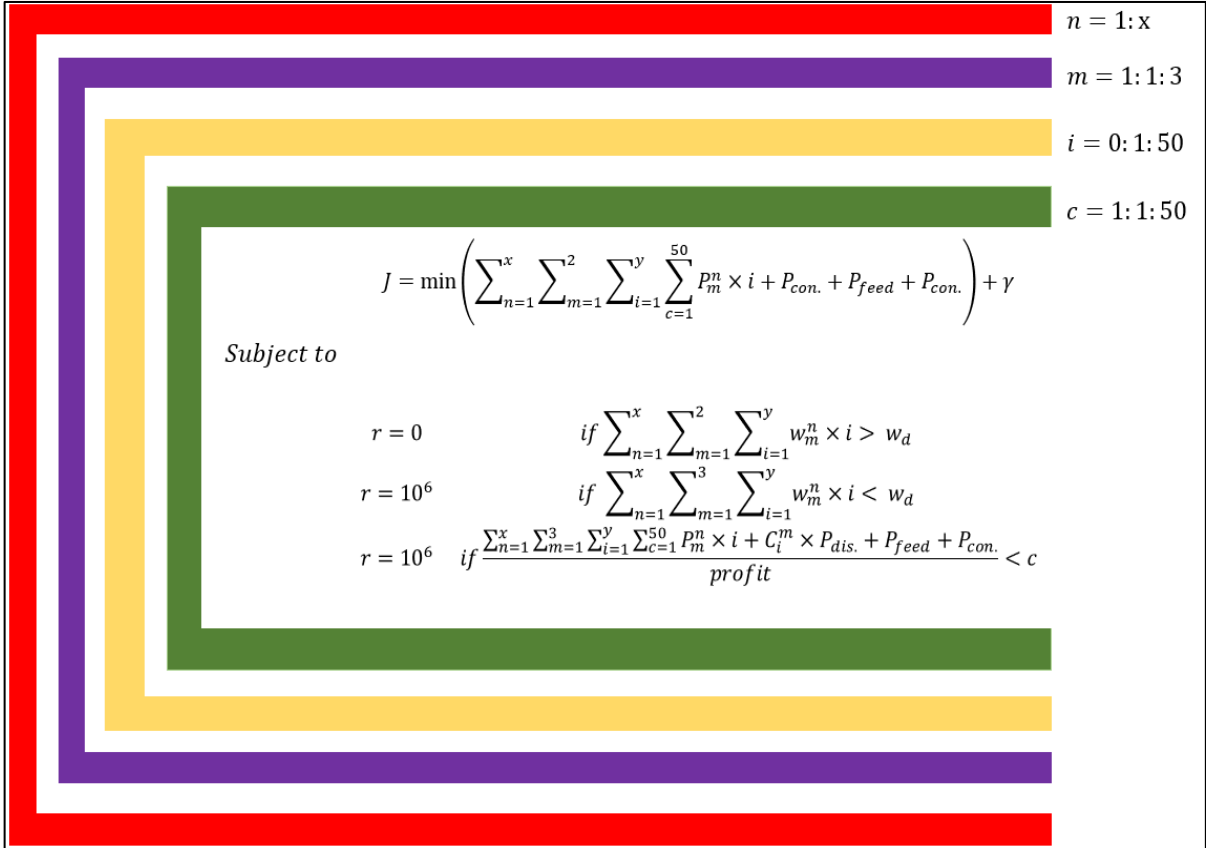
$$J = \min \left( \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^y \sum_{c=1}^{50} P_m^n \times i + P_{con.} + P_{feed} + P_{con.} \right) + \gamma$$

$$r = 0 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i > w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y w_m^n \times i < w_d$$

$$r = 10^6 \quad \text{if} \quad \frac{\sum_{n=1}^x \sum_{m=1}^3 \sum_{i=1}^y \sum_{c=1}^{50} P_m^n \times i + C_i^m \times P_{dis.} + P_{feed} + P_{con.}}{profit} < c$$

公式(15)



資料來源：本計畫繪製。

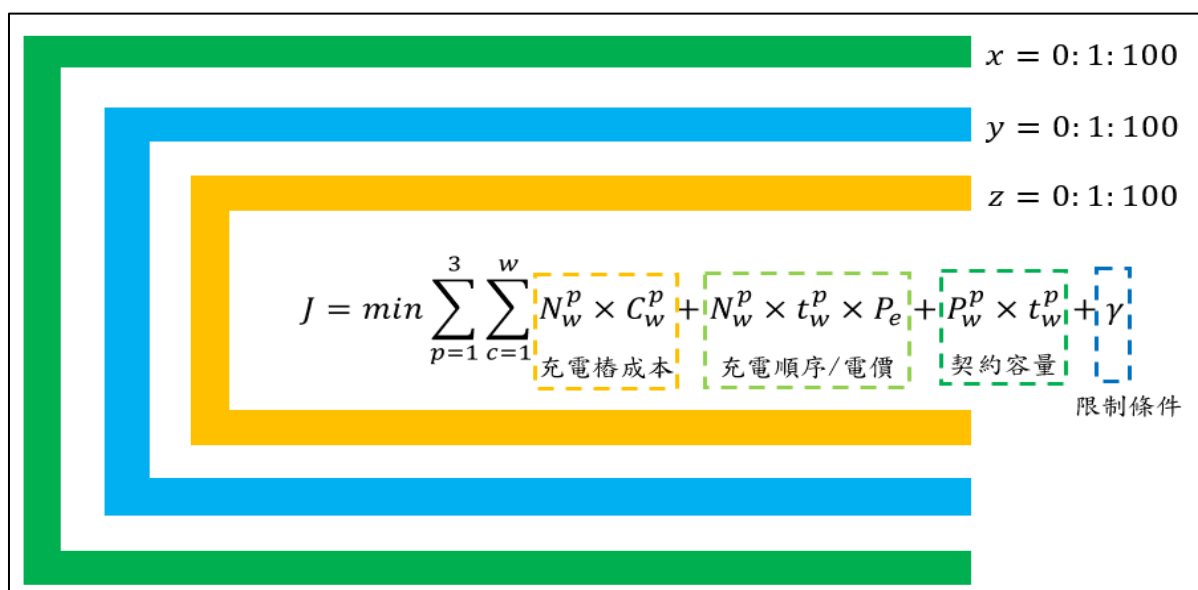
圖 5.2.15 需求 9 全域搜尋圖



公式於(14)、(15)中， $j$ 為投資成本， $c$ 為回收年限。

動態搜尋部分如圖 5.2.16 以及公式(16)所示。其中， $x$ 、 $y$ 、 $z$ 分別代表超級快充、快速充電與慢速充電數量，全域搜尋迴圈是透過不斷變化的充電樁數量，在滿足給訂定之條件下，進行最低成本探討，完成最佳化充電場域建置之目的。本目標函數由四個項目所組成，分別是：

- (1) 黃框：針對最低建置成本進行設計，透過給定之班表與人事成本設立最佳化充電樁成本項目。
- (2) 綠框：針對充電樁充電順序與電價進行設計，透過 $(x、y、z) \in p$  計算充電樁分配順序。
- (3) 深綠框：針對場域總額定度數亦或契約容量建立此最佳化場域度數項目。
- (4) 藍框：透過限制條件進行懲罰值建立機制，以符合充電順序/工作排程等需求。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.16 全域搜尋圖

$$J = \min \sum_{p=1}^3 \sum_{c=1}^w N_w^p \times C_w^p + N_w^p \times t_w^p \times P_e + P_w^p \times t_w^p + \gamma$$

公式(16)

其中  $C_w^p$  表示  $(x、y、z) \in p$  種中的第  $w$  台充電樁價格、 $t_w^p$  表示  $(x、y、z) \in p$  種中的第  $w$  台充電時間、 $P_w^p$  表示  $(x、y、z) \in p$  種中的第  $w$  台平均功率、 $N_w^p$  表示  $(x、y、z) \in p$  種中的第  $w$  台數量、 $P_e$  表示時間電價(NTD/kWh)，而  $\gamma$  為懲罰值，在不符合公式(16)至(20)情況下，則會給予一極大值，來確保最佳化情況符合所設立之條件，本研究將其定義為 106。

$$Q_{te}^i - [P_{de}^i + P_{jd}^i(Z_{je})] \times [\hat{a}_{de}^i + \hat{a}_{jd}^i(Z_{je})] > (Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i] + \\ + (1 - Z_{je}) \left[ \begin{matrix} p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i + \\ (p_{jd}^i + p_{de}^i) \times \hat{a}_{je}^i \end{matrix} \right]$$

公式(17)

$$\sum \bar{x}_{ec}^i - \sum A_n^p = 0$$

公式(18)

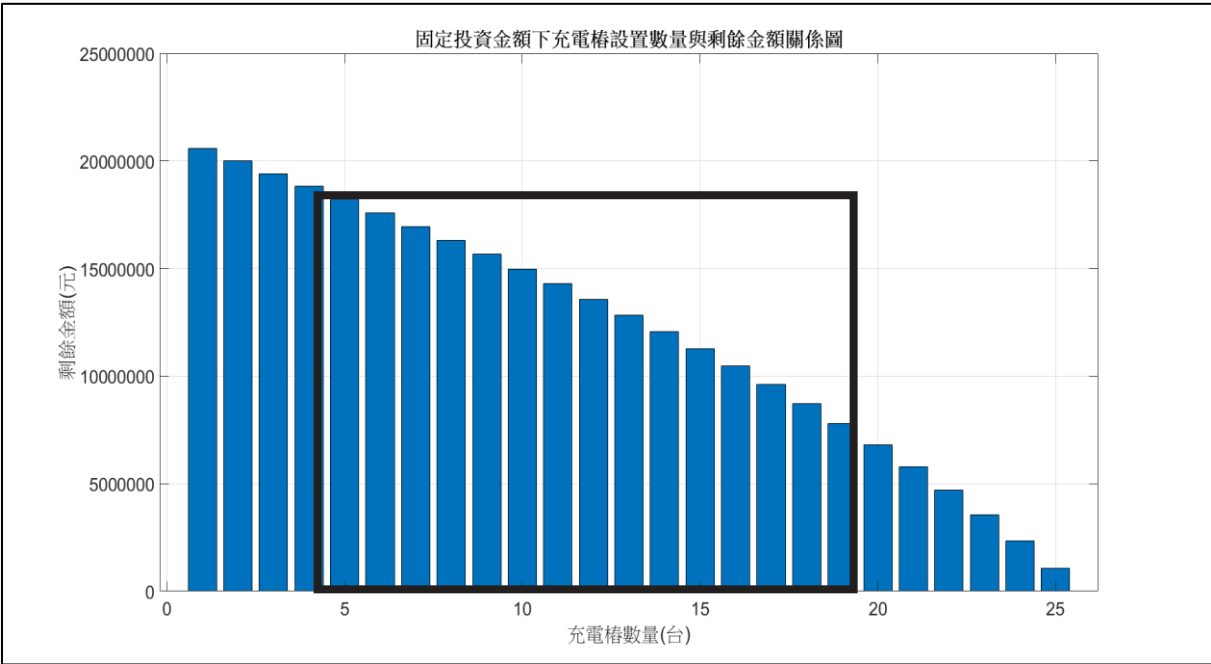
$$\sum_{p=1}^3 \sum_{c=1}^w P_w^p \times t_w^p < Q_{max}$$

公式(19)

$$Q_{te}^i - (Z_{je})[p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i] + (1 - Z_{je}) \\ [p_{jd}^i \times a_{jd}^i + p_{de}^i \times a_{de}^i + (p_{jd}^i + p_{de}^i) \times \hat{a}_{je}^i] \\ > SOC_{min} \times Q_{init}$$

公式(20)

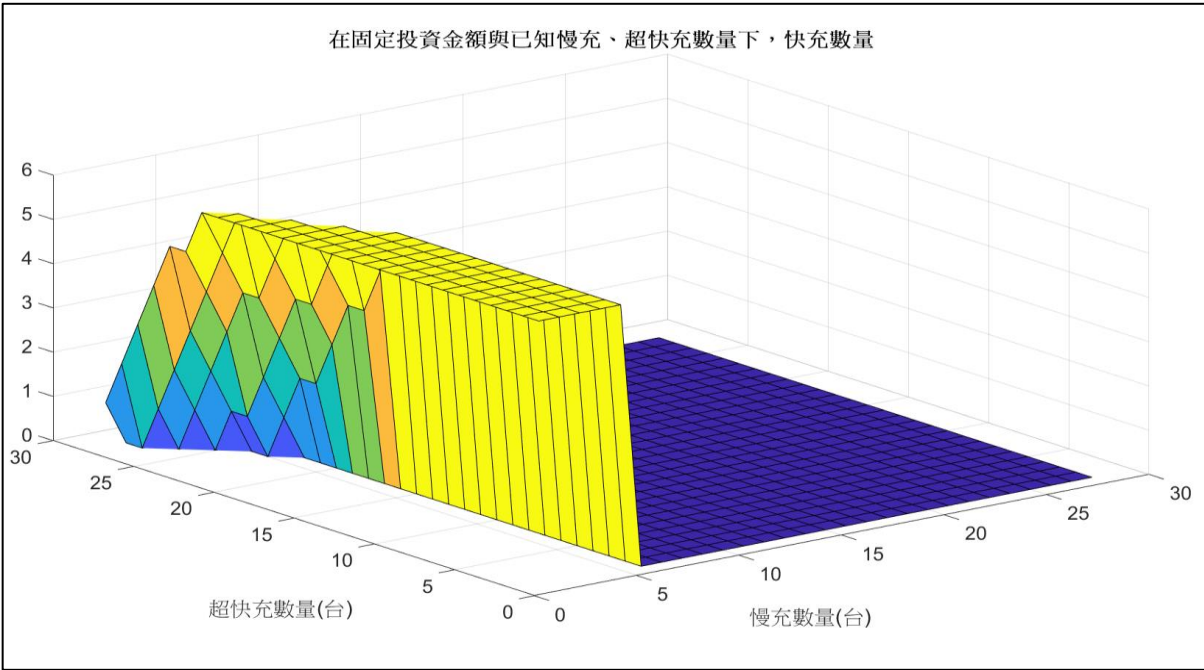
其中，第一個限制條件為判斷工作車輛目前電量於時刻表時間時返回載客站電量高於所需電量；次之為充電樁數量需求需要滿足公車充電需求，第三個則是契約容量限制，最後一個條件則限制，工作車輛目前電量需大於最低限制 SOC，以保護電池本體。依據前述需求 1-9 問題點進及最佳化靜態搜尋進程式撰寫，並針對結果進行繪圖，如圖 5.1.17 至 5.1.20 所示。



資料來源：本計畫繪製。

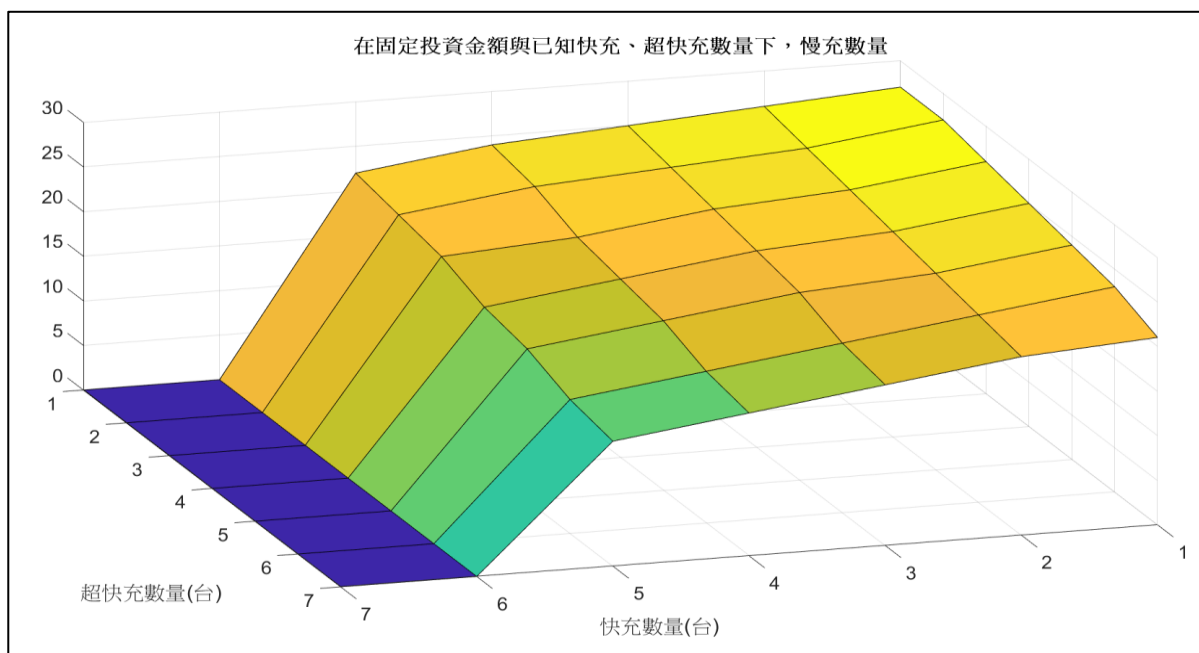
圖 5.1.17 固定投資金額下充電樁設置數量與剩餘金額關係圖(慢充)

由圖 5.2.17 所示，可以看出在針對需求 1 的案例時，得出最多可建設的充電樁數量，但該案例並未針對廠商需求功率實際撰寫於程式內，實際情況應呈現於紅框內結果。



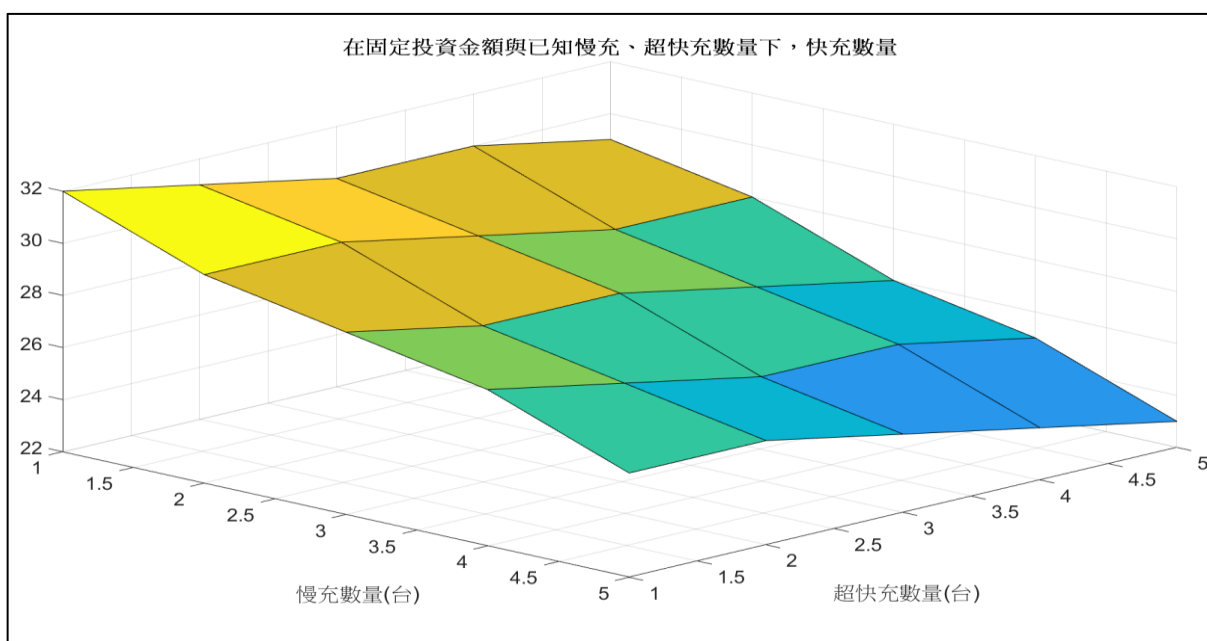
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.18 固定投資金額與已知慢充、超快充數量下，快充數量三維圖



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.19 固定投資金額與已知快充、超快充數量下，慢充數量三維圖

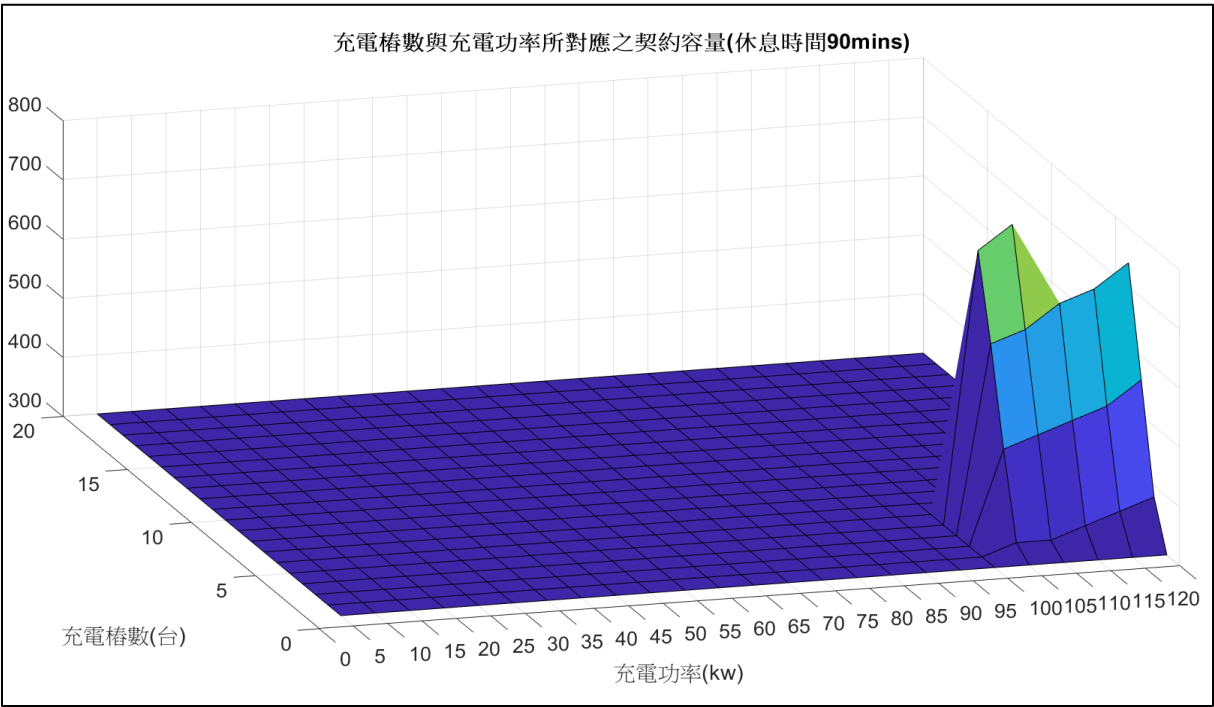


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.20 已知投資金額、慢充與超快充數量下，快充數量三維圖(含私業)

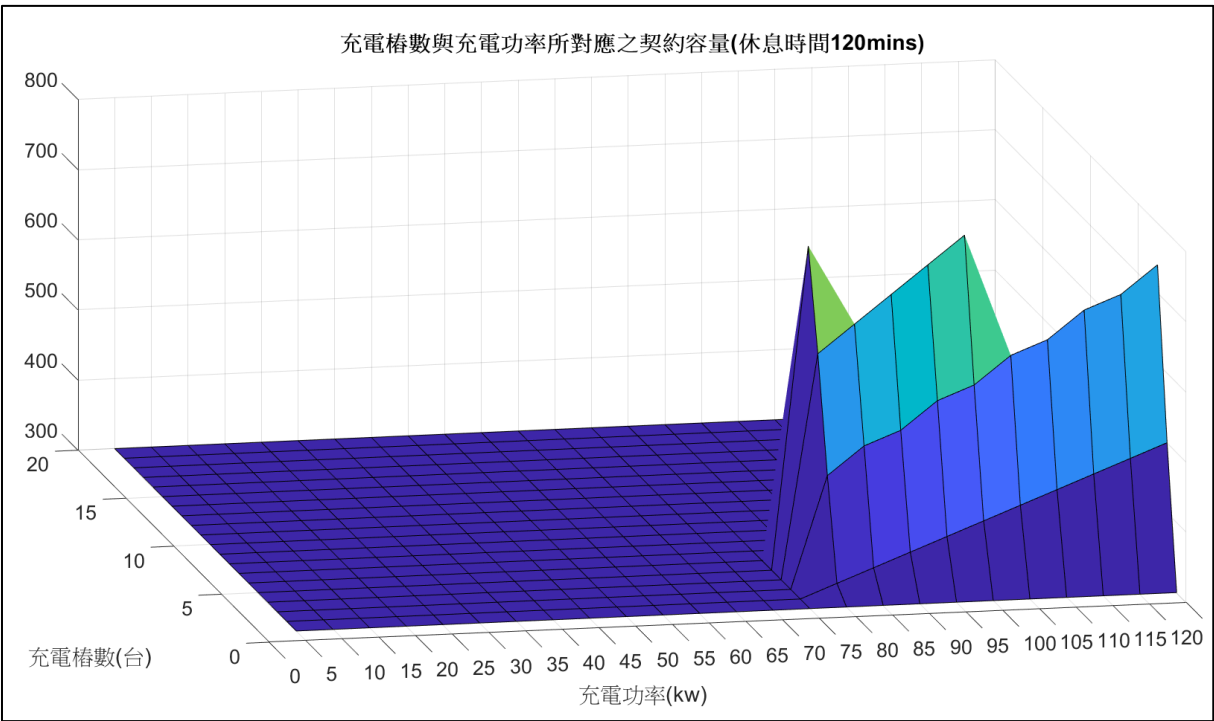
由圖 5.2.18 至 5.2.20 所示，於需求 3-5 案例下，可針對不同充電樁形式去進行規劃，並可針對業者是否有開放私人充電需求進行設計規劃討論。於圖 5.2.18 所示，慢充數量大約於 5 台時，無論超快充數量如何變化，快充數

量都被搜尋在 0 台的部分，這是因為價格限制、回收年限以及投資金額的限制，而在圖 5.2.19 皆可發現相同的現象。



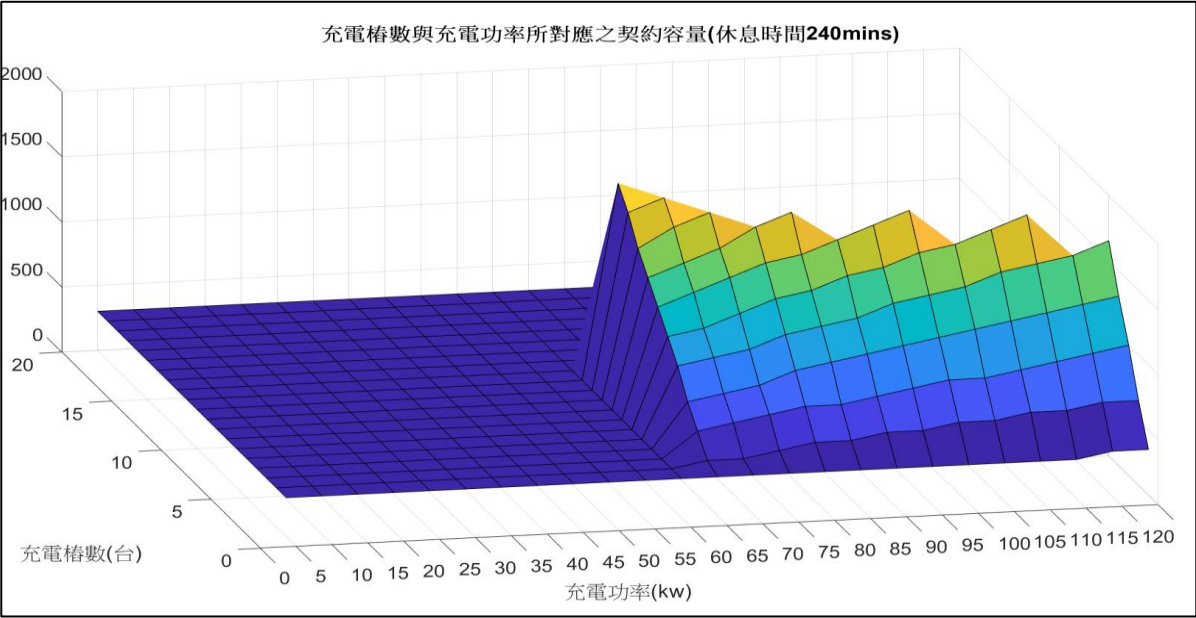
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.21 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(休息時間 90mins)



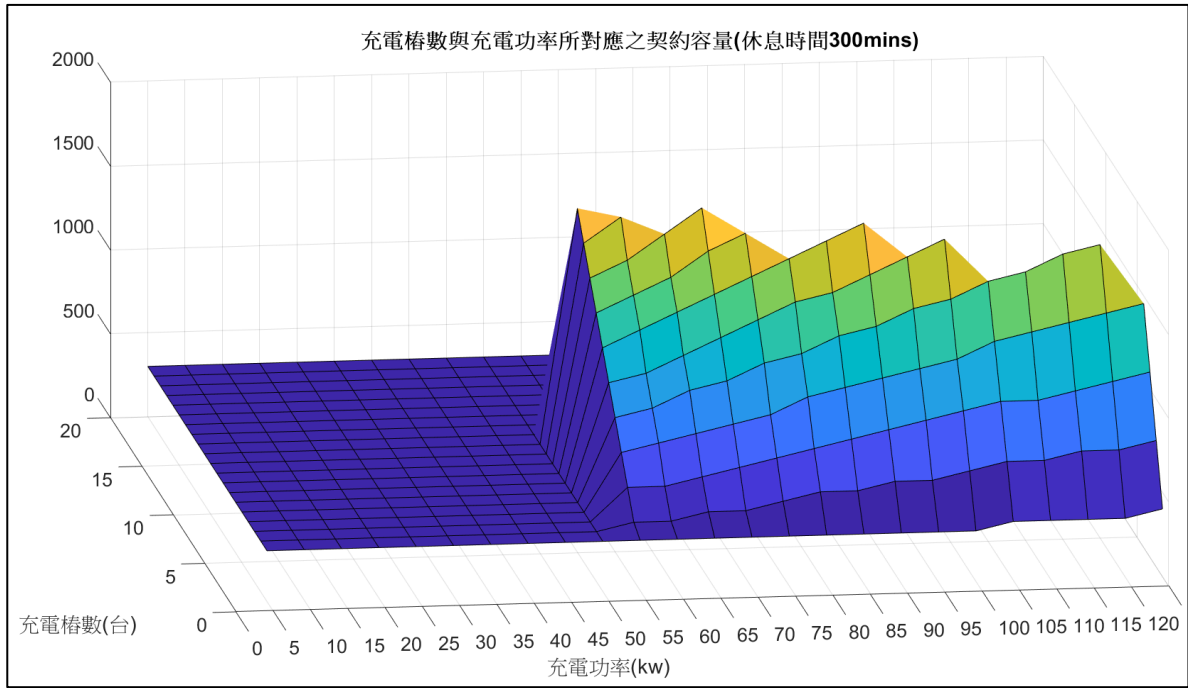
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.22 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(休息時間 120mins)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.23 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(休息時間 240mins)



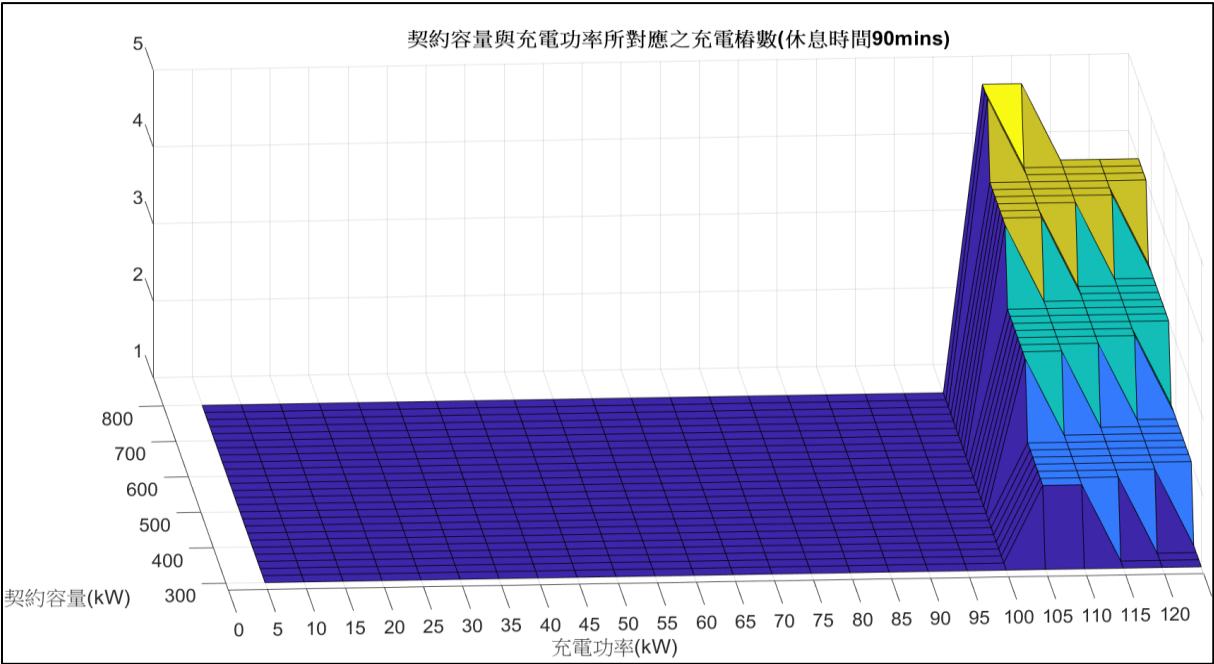
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.24 充電樁數與充電功率所對應之契約容量(休息時間 300mins)

由圖 5.2.21 至 5.2.24 所示，可以觀察出在不同充電樁數與充電功率下，在不同白天與晚上公車回廠休息時間時，充電場域所能允許的最大契約容量，而在圖 5.2.21 可觀察到，由於休息時間與充電功率會影響到電動大客車可被

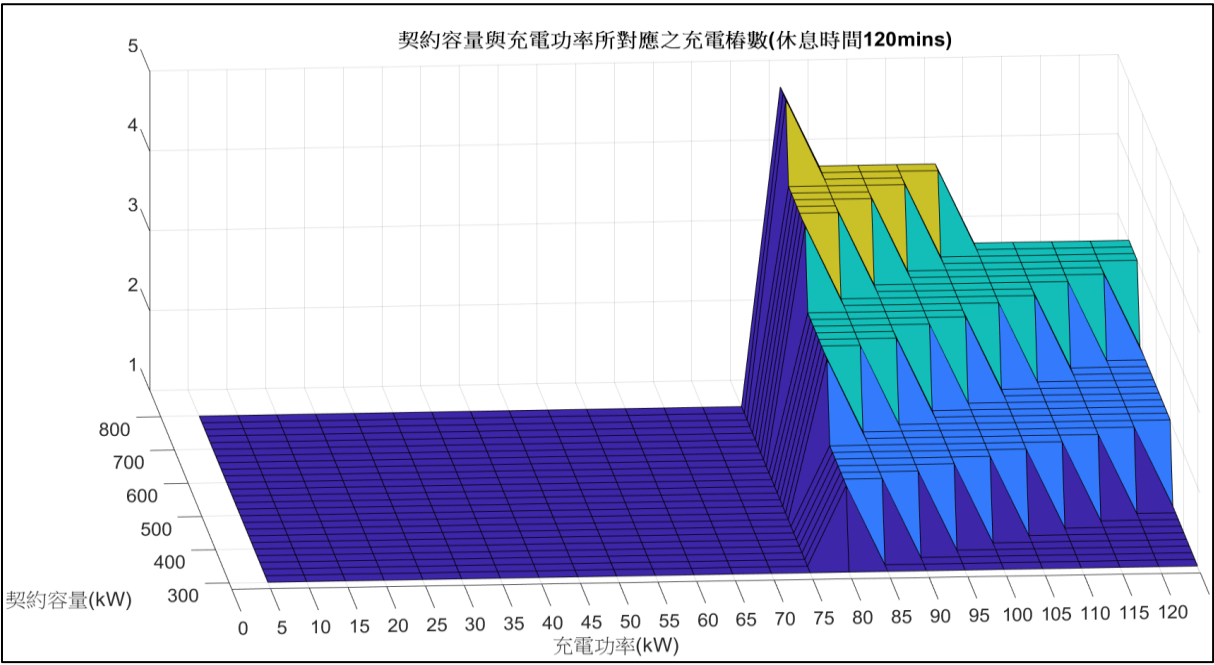


回充的電量，故會受公式 13、14 所限制，因此越短的休息時間需要的充電功率即需要越大，在圖 5.2.22 至 5.2.24 皆可發現這樣的現象。若將圖 5.2.21 至 5.2.23 改成契約容量與充電功率所對應之充電樁數之間的關係，則會像圖 5.2.25 至 5.2.28 所示。



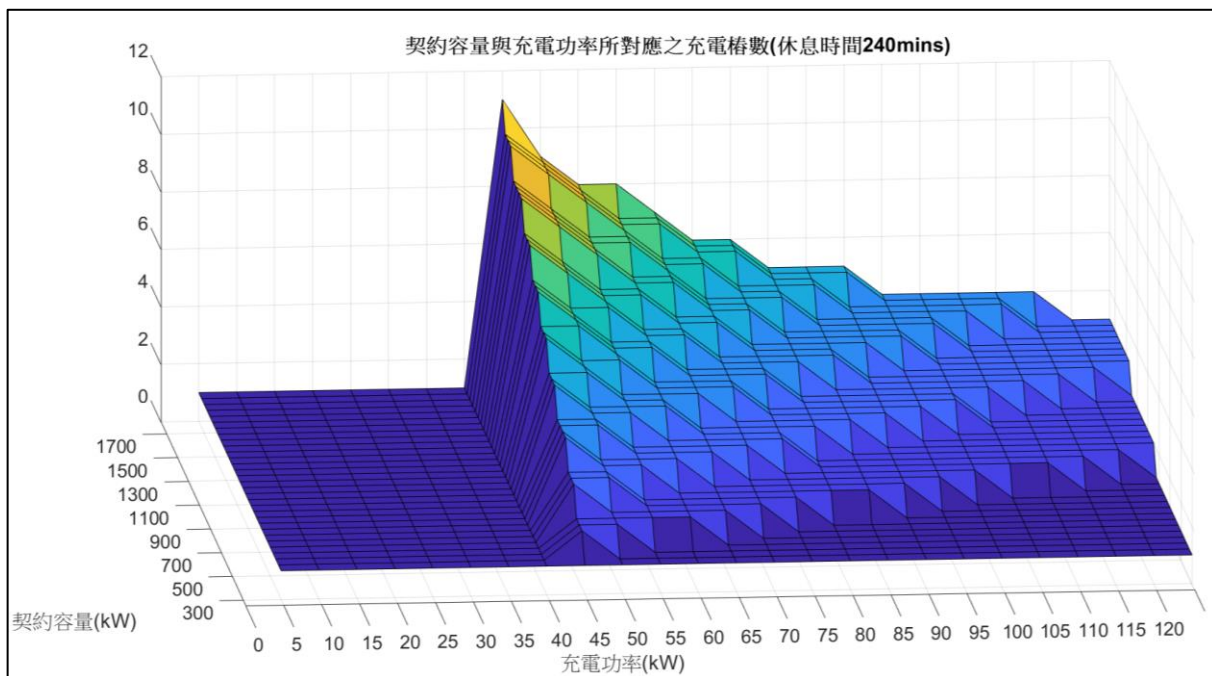
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.25 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(休息時間 90mins)



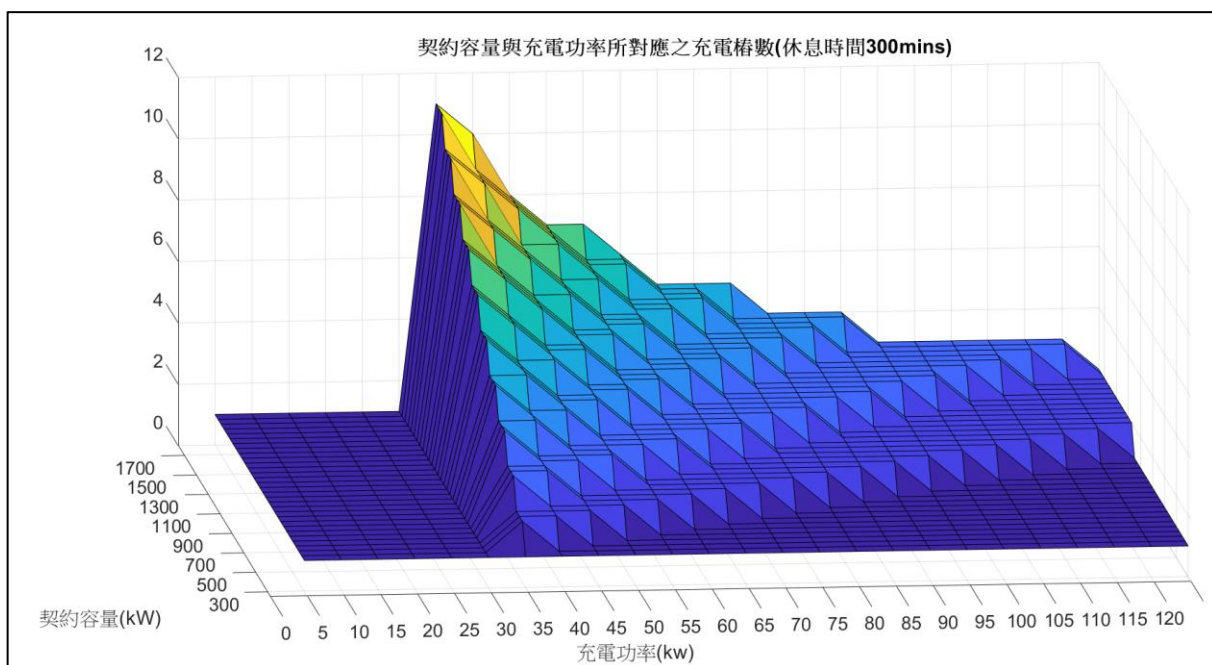
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.26 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(休息時間 120mins)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.27 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(休息時間 240mins)

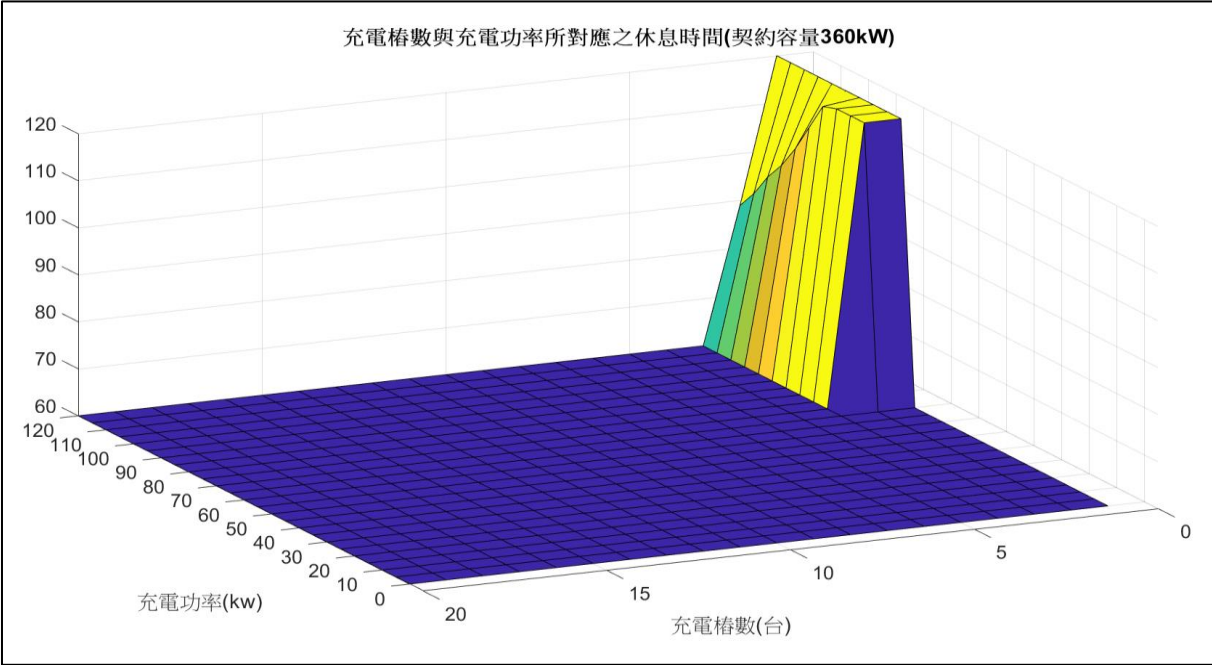


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.28 契約容量與充電功率所對應之充電樁數(休息時間 300mins)

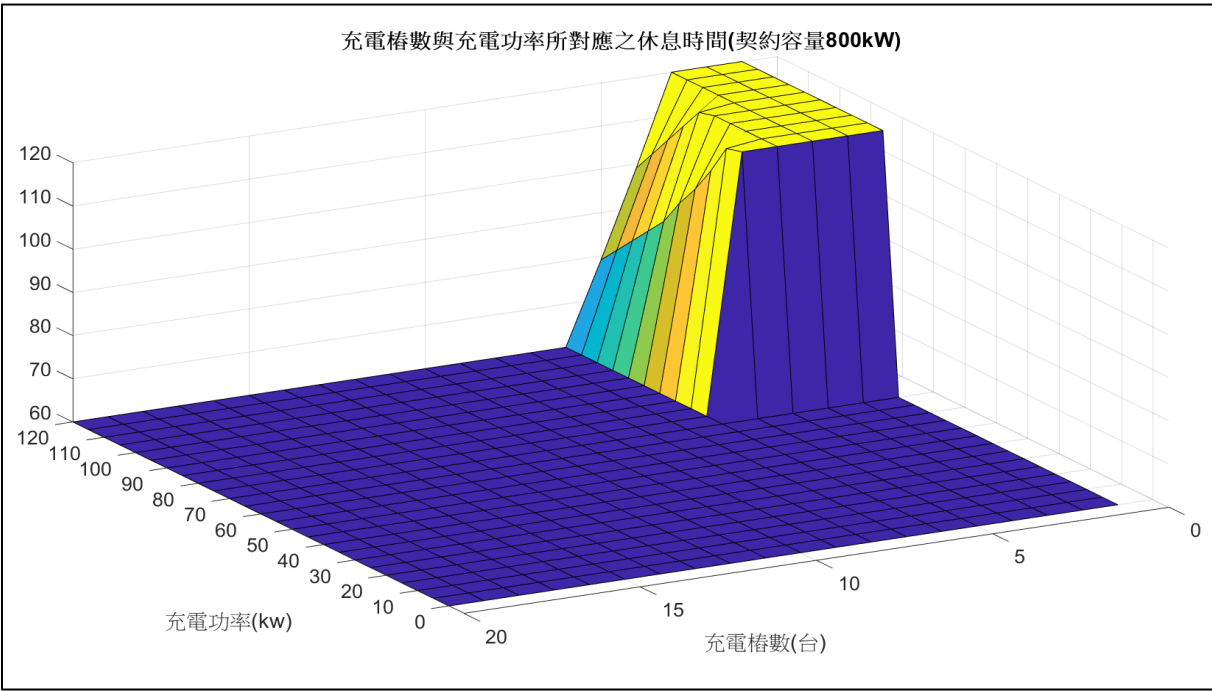
由圖 5.2.25 至 5.2.28 所示，可以觀察出在不同契約容量與充電功率下，在不同白天與晚上公車回廠休息時間時，充電場域裡充電樁數需求，而在圖

5.2.25 可觀察到，同樣會受公式(13)、(14)所限制，在圖 5.2.25 至 5.2.28 皆可發現這樣的現象。若將圖 5.2.25 至 5.2.28 改成充電樁數與充電功率所對應之休息時間關係，則會像圖 5.2.29 至 5.2.32 所示。



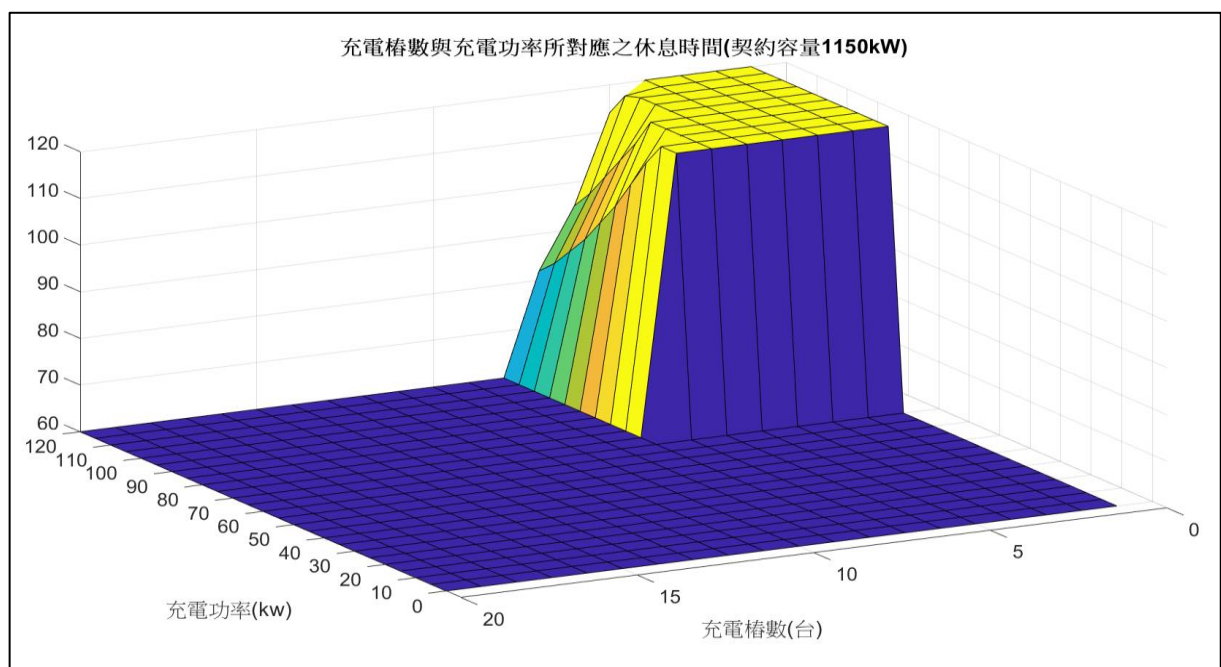
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.29 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(契約容量 360kW)



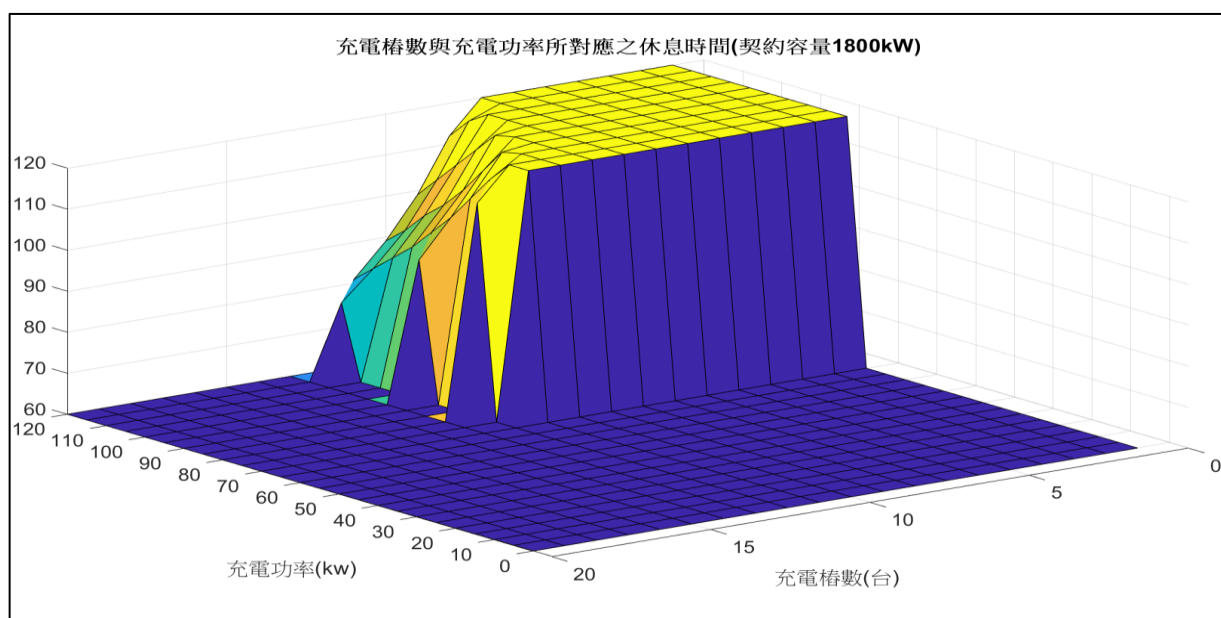
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.30 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(契約容量 800kW)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.31 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(契約容量 1150kW)

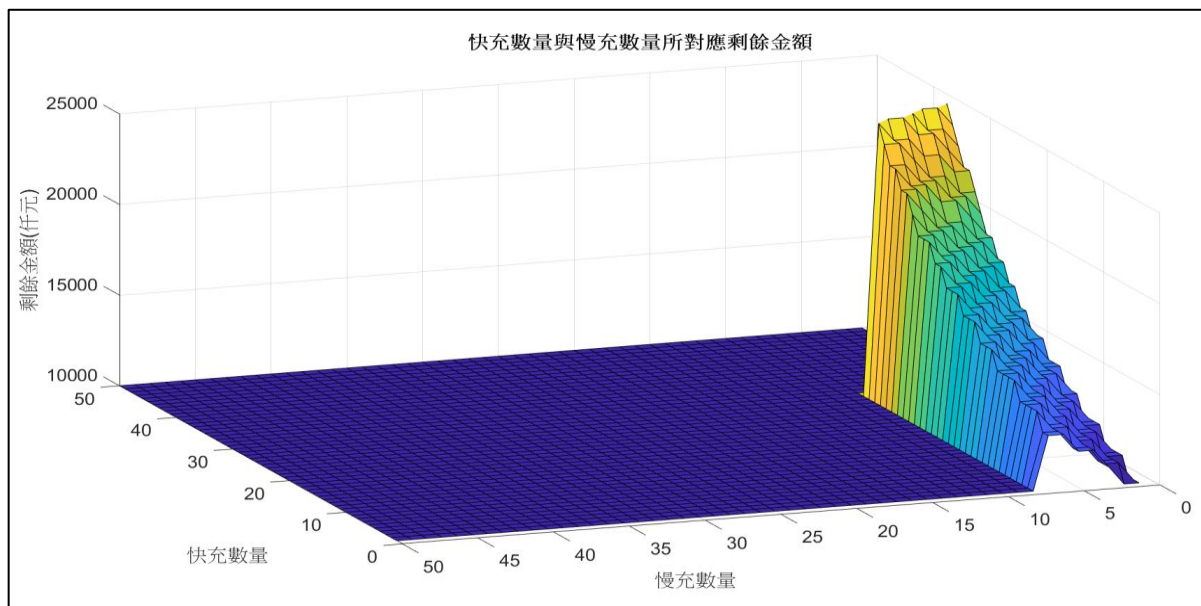


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.32 充電樁數與充電功率所對應之休息時間(契約容量 1800kW)

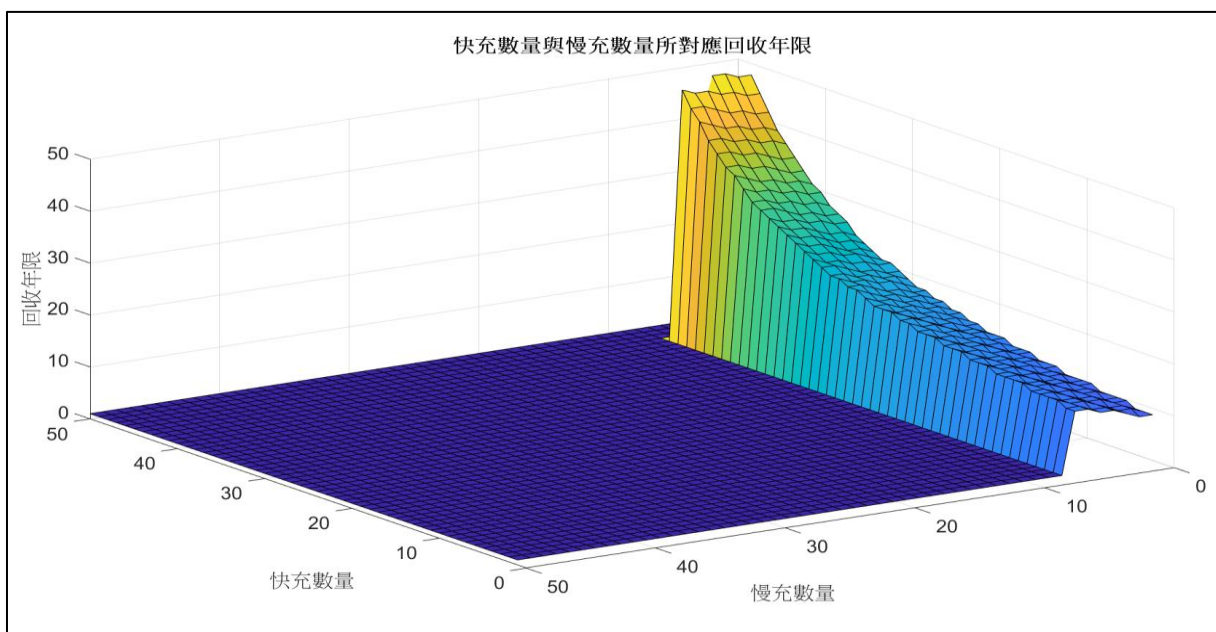
由圖 5.2.29 至 5.2.32 所示，可以觀察出在不同充電樁數與充電功率下，在不同契約容量時，電動大客車回場所需休息時間，而在圖 5.2.29 可觀察到，休息時間與充電樁數以及充電功率，會影響到巴士回充之電容量需求，如公式(13)、(14)所限制，在圖 5.2.30 至 5.2.32 皆可發現這樣的現象。





資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.33 變動投資金額下，不同快慢充電樁數與剩餘金額關係圖



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.34 不同快慢充電樁數與變動回收年限關係圖

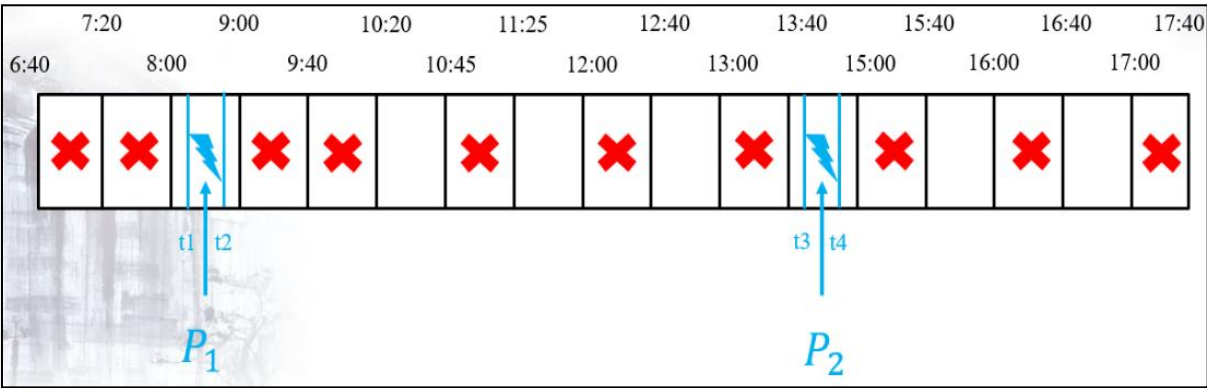
由圖 5.2.33 所示，可以看出在需求 8 下，投資金額越大時，在相同情況下，剩餘金額會越多，而平坦區域則是受到公式(15)所限制；圖 5.2.34 可以觀察到，如需求 9 下，在變動回收年限的情況下，越多充電樁數量，則會需要越長的回收年限，平坦區域則是受到公式(16)所限制。

### 5.3 充電最佳化排程控制設計

本技術之目標為發展一套電巴車隊充電最優化排程控制軟體，使其可配合時間電價、電動大客車站班次調度及車輛電能使用狀態進行電動車充電排程最佳化，以減少尖峰負載，同時在充電站鄰近配電系統負荷過高時，藉需量反應措施減輕負荷，降低整體用電成本。各工作完成項目說明如下：

#### 5.3.1 輸出入參數設計

為決定充電站最佳契約容量及設計充電排程，智慧化電動大客車充電管理系統本需依照電動大客車站實際營運情形建立符合的數學模型，以達到充電站最佳契約容量及充電排程之目標，進而最小化充電站總營運電力成本，亦最小化基本電費與流動電費。依據電巴之營運準則與台電電費計價方式，將電巴進行充電之所需電力、充電效率及最大充電功率與充電站整體契約容量設計成數學模型，再藉由上述數學模型設計限制條件與成本函數，以找出滿足限制條件下使成本函數最低之最佳解。由於充電站中的充電樁數量有限，在使用上需分配使用，因此最佳化排程主要最佳化充電時間分配，其中包含不可行成本及電價的考慮因素。如圖 5.3.1 最佳化充電排程班表示意圖為以一台車進行最佳化充電排程班表設計，藍色參數即為欲求解之最佳充電時間及功率。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.1 最佳化充電排程班表示意圖

最佳化充電排程班表設計之最佳化問題可表示為公式(21)。

$$\text{Min } W_1H + W_2E$$

公式(21)



其中 $H$ 為不可行懲罰成本、 $E$ 為電價成本、 $W_1, W_2$ 為權重值。此外每輛車設有安全電量限制，以備不時之需。不可行懲罰成本 $H$ 定義及說明如下公式(22)。

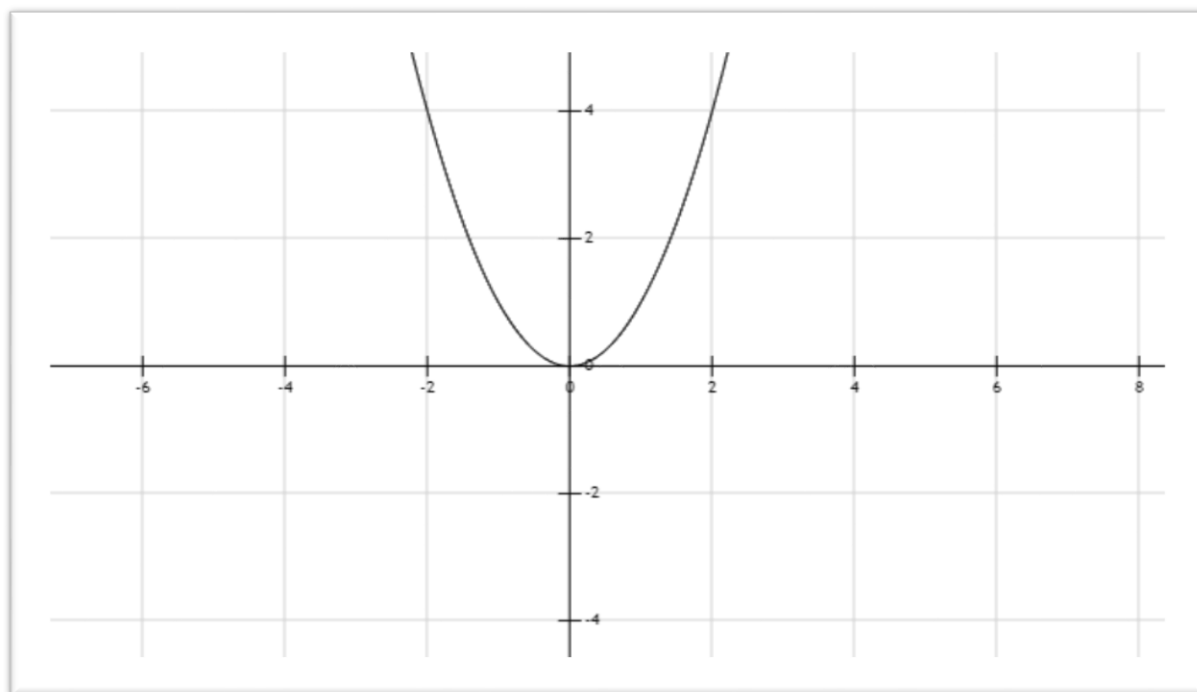
$$H = M_1(C_{charging} - C_{need}) + M_2(C_{cost} - C_{charged} - C_{charging}) + M_3(10 - T)$$

公式(22)

其中 $M_1, M_2, M_3$ 為非線性權重值， $(C_{charging} - C_{need})$ 為 SOC 小於行駛需求電量， $(C_{cost} - C_{charged} - C_{charging})$ 為 SOC 大於電池最大容量， $(10 - T)$ 為充電時間盡量接近 10 分鐘，圖 5.3.2  $M_1, M_2$  採用函數圖為 $M_1, M_2 = y(x) = x^2$ ，圖 5.3.3  $M_3$  採用函數為 $M_3 = y(x) = \left(\frac{x}{5}\right)^4$ 。此外，電價成本義及說明如下公式(23)。

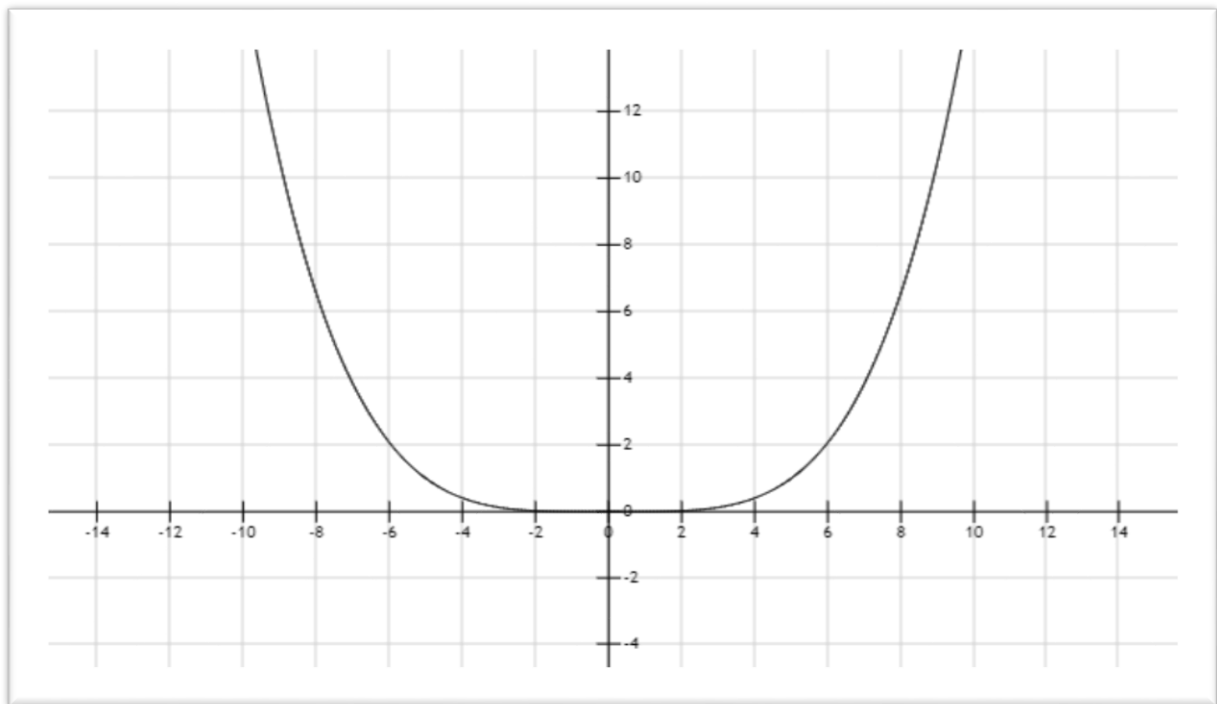
$$E = P_{charge} * e_{price(t)}$$

公式(23)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.2  $M_1, M_2$  採用函數圖



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.3  $M_3$ 採用函數

其中  $P_{charge}$  = 用電量 =  $\sum_1^i P_i$ ， $e_{price(t)}$  = 電價，上述不可行懲罰成本及電價成本參數定義如下公式(24)及表 5.3-1 最佳化充電排程班表設計參數定義表所示。

$$C_{charging} = P_i * (t_{2i} - t_{2i-1}) / 60, \quad i=1,2$$

$$C_{charging} = P_k * (t_2 - t_1) / 60, \quad k=0,1$$

$$C_{need} = C_{max} * [20\% + \sum_1^{S_2} 0.421 * t]$$

$$C_{need} = C_{max} * \sum_1^{S_1} 0.421 * t$$

$$T = (t_{2i} - t_{2i-1})$$

公式(24)

表 5.3-1 最佳化充電排程班表設計參數定義表

參數	定義	單位
$C_{charging}$	當下正在充電的電池電量	KWh
$C_{charged}$	已充電的電池容量	KWh
$C_{need}$	下一趟行程所需的電池容量	KWh
$C_{max}$	電池的最大容量	KWh
$C_{cost}$	已消耗的電池容量	KWh
T	充電時間	min
$t_1 \sim t_2$	充電時間點	min
P	充電功率	KW

資料來源：本計畫繪製。

本最佳化班表排程設計嘗試使用粒子群優化演算法 (Particle Swarm optimization, PSO)，是通過模擬鳥群覓食行為而發展起來的一種基於群體協作的隨機搜索演算法，能夠在沒有得知太多問題資訊的情況下，有效的搜尋具有龐大解空間的問題並找到候選解，表 5.3-2 最佳化充電排程班表設計演算法執行結果表為本智慧充電排程服務系統設計之 PSO 演算法設計。

表 5.3-2 最佳化充電排程班表設計演算法執行結果表

起	迄	SOC(%)
6:40(0min)	7:20(40min)	66.32
7:20(40min)	8:00(80min)	
休息時間(60min) 充電位置 $P_1, t_1, t_2$		66.32+充電%數(1)
9:00(140min)	9:40(180min)	32.64+充電%數(1)
9:40(180min)	10:20(220min)	
休息時間(25min)		32.64+充電%數(1)
10:45(245min)	11:25(285min)	15.8+充電%數(1)

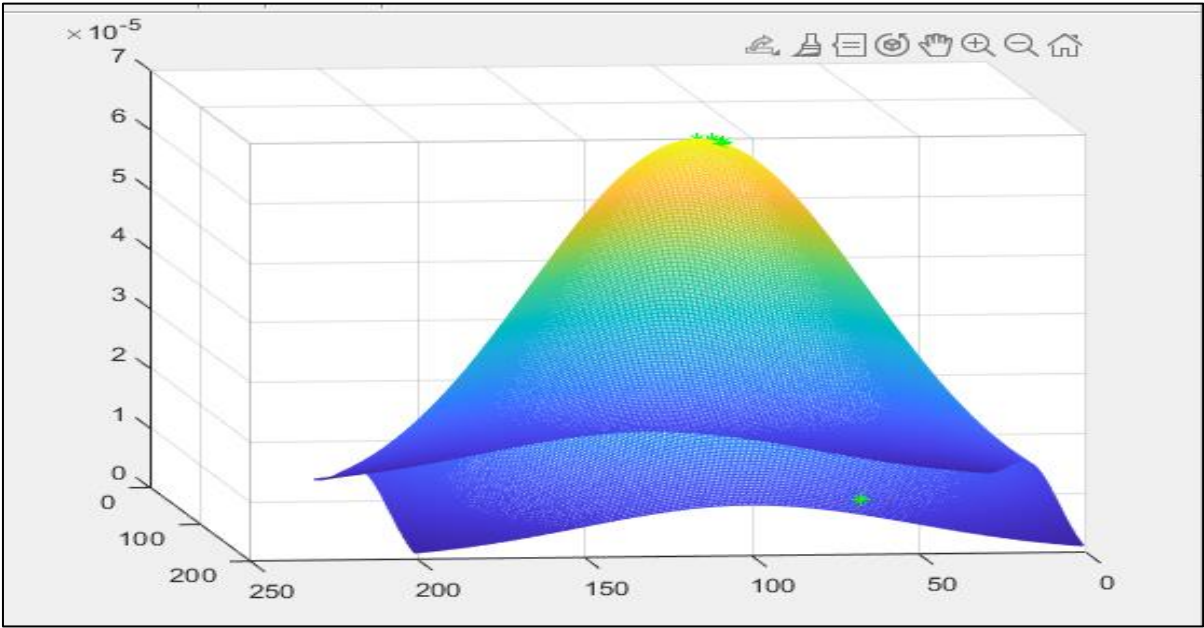
資料來源：本計畫繪製。

表 5.3-2 最佳化充電排程班表設計演算法執行結果表(續)

起	迄	SOC(%)
休息時間(35min)充電位置 $P_2, t_3, t_4$		15.8+充電%數(1) +充電%數(2)
12:00(320min)	12:40(360min)	-1.04+充電%數(1) +充電%數(2)  -17.88+充電%數(1) +充電%數(2)
休息時間(20min)		
13:00(380min)	13:40(420min)	
休息時間(80min)		
15:00(500min)	15:40(540min)	

資料來源：本計畫繪製。

上述 $P_1, t_1, t_2$ 為計算到下次充電前所需電量， $P_2, t_3, t_4$ 為計算完成行程前所需電量總變數為6個，時間部分以已累積分鐘數計算，例如開始第一趟6:40為0min，直到完成一趟回程到站時間7:20，中間共累積40分鐘，然而SOC的部分者要是以計算平均分鐘數所消耗之SOC(%)，得知平均1分鐘SOC會消耗0.421%，以此推算。圖5.3.4最佳化充電排程班表設計演算法模擬結果圖為運用matlab PSO演算法測試高斯函數之最大值，可以發現大部分綠點都落於函數最大值位置。

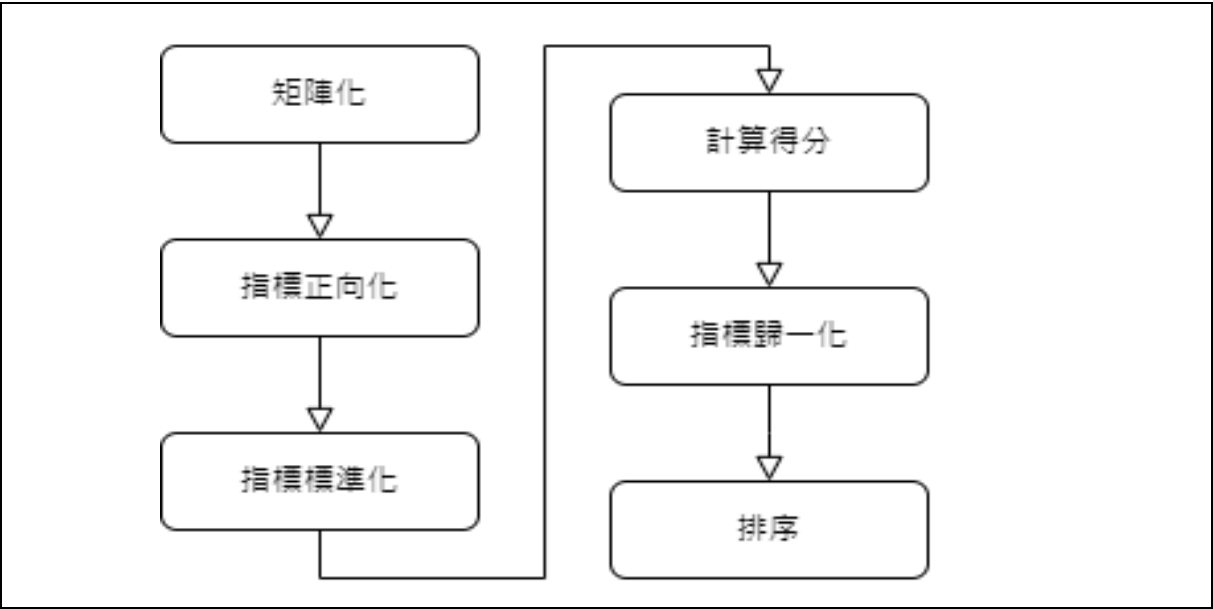


資料來源： 本計畫繪製。

圖 5.3.4 最佳化充電排程班表設計演算法模擬結果圖

5.3.2 動態充電排程優先權計算

本動態充電排程優先權計算以解決電動公車如何有效且有序的分配充電時間之問題，為此採用了一種基於 TOPSIS 的電動公車優先權排序之演算法。利用 TOPSIS 的充電策略運算電動公車排隊充電之優先順序，目的在於有效的使需求度最大的電動公車能夠順利地充電。TOPSIS 是一種多標準決策分析方法，藉由確定每個評價標準的權重，對每個標準的分數進行歸一化，以此建立一個評價矩陣，但是此矩陣中的參數單位通常是不一致的，所以需要先經過標準化以消除單位的問題，再計算各種參數與最佳解和最差解之間的幾何距離，評估最優之選項，如圖 5.3.5 計算電動公車充電優先權之流程圖所示為整體 TOPSIS 演算法計算電動公車優先權之流程圖。其流程說明如下：



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.5 計算電動公車充電優先權之流程圖

- 1. 步驟一、矩陣化：建立一個由 n 台電動公車與 m 個評估標準所組成的評估矩陣如下公式(25)，定義如表 5.3-3 電動公車優先權評估矩陣定義所示。

$$\begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{41} & \cdots & X_{43} \end{pmatrix}$$

公式(25)

表 5.3-3 電動公車優先權評估矩陣定義

	SOC	到站距離(D)	需求量(N)
A 公車	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
B 公車	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$
C 公車	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$
D 公車	$X_{41}$	$X_{42}$	$X_{43}$

資料來源：本計畫繪製。

2. 步驟二、指標正向化：由步驟一得到矩陣後，將所有指標類型統一轉化為極大型指標，可參考表 5.3-4 電動公車評估指標表確定指標類型，其中各類型指標轉化公式如下公式(26)至公式(28)。

(1) 極小型指標：

$$\overline{X}_L = \max - x$$

公式(26)

(2) 中間型指標：

$$M = \max$$
$$M = \{ |X_i - X_{best}| \}, \quad \overline{X}_I = 1 - \frac{|X_i - X_{best}|}{M}$$

公式(27)

(3) 區間型指標，最佳區間為[a,b]：

$$M = \max\{a - \min\{X_i\}, \max\{X_i\} - b\}$$
$$\overline{X}_I = \begin{cases} 1 - \frac{a - x}{M}, & x < a \\ 1, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x - b}{M}, & x > b \end{cases}$$

公式(28)



表 5.3-4 電動公車評估指標表

指標名稱	指標特點	例子
極大型指標	越大越好	成績、所需電量
極小型指標	越小越好	費用、SOC
中間型指標	越接近某值越好	水質量評估的 PH 值
區間型指標	落在某區間越好	體溫

資料來源：本計畫繪製。

3. 步驟三、指標標準化：標準化的目的是消除不同單位的影響。假設有  $n$  個需要比較的對象， $m$  個評價指標(已經正向化)組成的正向化矩陣如公式(29)所示，令對其標準化的矩陣為  $Z$ ， $Z$  中的每一個元素如下。

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

公式(29)

4. 步驟四、計算得分&歸一化：假設有  $n$  個需要比較的對象， $m$  個評價指標的標準化矩陣。

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & \cdots & z_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{41} & \cdots & z_{43} \end{pmatrix}$$

公式(30)

- (1) 定義最大值。

$$Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+, \dots, Z_m^+) \\ = \text{MAX}\{z_{11}, z_{21}, \dots, z_{n1}\}, \text{MAX}\{z_{12}, z_{22}, \dots, z_{n2}\}, \dots, \text{MAX}\{z_{1m}, z_{2m}, \dots, z_{nm}\}$$

公式(31)

(2) 定義最小值。

$$Z^- = (Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_m^-)$$

$$= \min\{z_{11}, z_{21}, \dots, z_{n1}\}, \min\{z_{12}, z_{22}, \dots, z_{n2}\}, \dots, \min\{z_{1m}, z_{2m}, \dots, z_{nm}\}$$

公式(32)

(3) 定義第  $i(i=1, 2, \dots, n)$  個比較對象與最大值的距離。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^+ - z_{ij})^2}$$

公式(33)

(4) 定義第  $i(i=1, 2, \dots, n)$  個比較對象與最小值的距離。

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^- - z_{ij})^2}$$

公式(34)

(5) 藉由上述公式，可計算出第  $i(i=1, 2, \dots, n)$  個比較對象為經歸一化的得分。

$$S_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

公式(35)

(6) 將上述之結果進行歸一化。

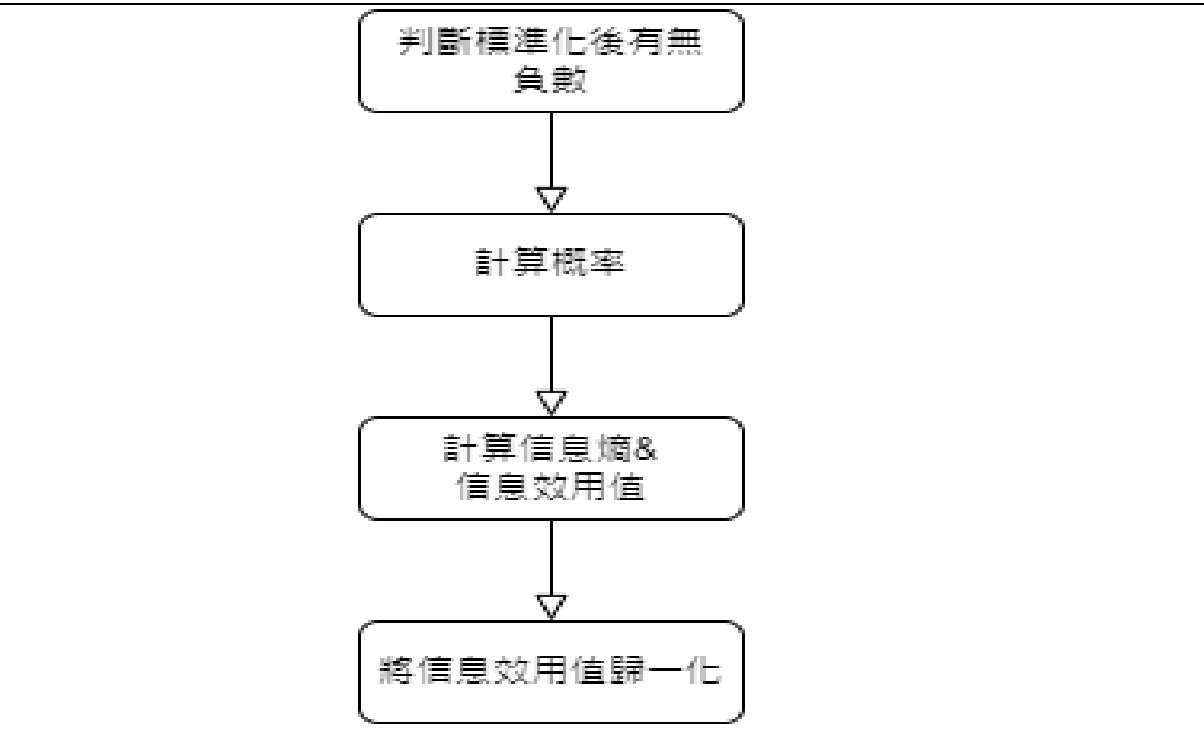
$$S_{i \text{ 歸一化}} = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

公式(36)

5. 步驟五、排序：藉由之前的步驟可得出每台公車的得分，將其排序後就可知其優先權。

基於熵權法之動態充電排程優化，熵權法是一種客觀賦權的方法，藉由各指標變化程度，根據信息熵得出各評價指標的熵權，在利用得出的熵權去改善之前

各指標的權重，進一步獲得更加客觀的指標權重，通常，指標的變異程度越小,所反映的訊息量越小,權重值應該越低。圖 5.3.6 基於熵權法排序計算電動公車權重之流程圖為整體熵權法計算電動公車權重之流程圖。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.6 基於熵權法排序計算電動公車權重之流程圖

1. 步驟一：判斷標準化後有無負數：計算概率時需要確保每一個元素為非負數，所以如果存在負數，需對 X 使用另一種標準化方式。

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}}{\text{MAX}\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\} - \min\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}}$$

公式(37)

2. 步驟二：計算概率與信息熵。

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij})$$

$$d_j = 1 - e_j$$

公式(38)

3. 步驟三、將信息效用值歸一化，熵權計算。

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_{ij}}$$

公式(39)

在運行熵權法測試結果之前，必須先驗證離散程度大權重大還是離散程度小權重較大的問題，因此透過變數假設，了解離散度與權重的關係。

驗證例子 1:				驗證例子 2:			
	SOC	到站距離	P		SOC	到站距離	P
A車	1	50	100	A車	1	50	100
B車	2	60	1000	B車	2	60	1000
C車	3	70	2000	C車	3	70	2000

依據公式步驟進行驗證:

1. STEP1:矩陣化:

$$\begin{bmatrix} 1 & 50 & 100 \\ 2 & 60 & 1000 \\ 3 & 70 & 2000 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1 & 100 & 1000 \\ 10 & 110 & 1010 \\ 100 & 120 & 1020 \end{bmatrix}$$

2. Step2:概率計算:

$$\begin{bmatrix} 0.167 & 0.278 & 0.03 \\ 0.333 & 0.333 & 0.323 \\ 0.5 & 0.388 & 0.645 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 0.009 & 0.303 & 0.33 \\ 0.09 & 0.333 & 0.333 \\ 0.9 & 0.363 & 0.3366 \end{bmatrix}$$

3. Step3:信息效用值計算:

$$dj = 1 - [-\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij})]$$

驗證例子 1:

$$d_1 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.167 * \ln 0.167 + 0.333 * \ln 0.333 + 0.5 * \ln 0.5) = 0.08$$

$$d_2 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.278 * \ln 0.278 + 0.333 * \ln 0.333 + 0.388 * \ln 0.388) = 0.008$$

$$d_3 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.03 * \ln 0.03 + 0.323 * \ln 0.323 + 0.645 * \ln 0.645) = 0.315$$

驗證例子 2:

$$d_1 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.009 * \ln 0.009 + 0.09 * \ln 0.09 + 0.9 * \ln 0.9) = 0.678$$

$$d_2 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.303 * \ln 0.303 + 0.333 * \ln 0.333 + 0.363 * \ln 0.363) = 0.002$$

$$d_3 = 1 + \frac{1}{\ln 3} (0.33 * \ln 0.33 + 0.333 * \ln 0.333 + 0.3366 * \ln 0.3366) = 0.00007$$

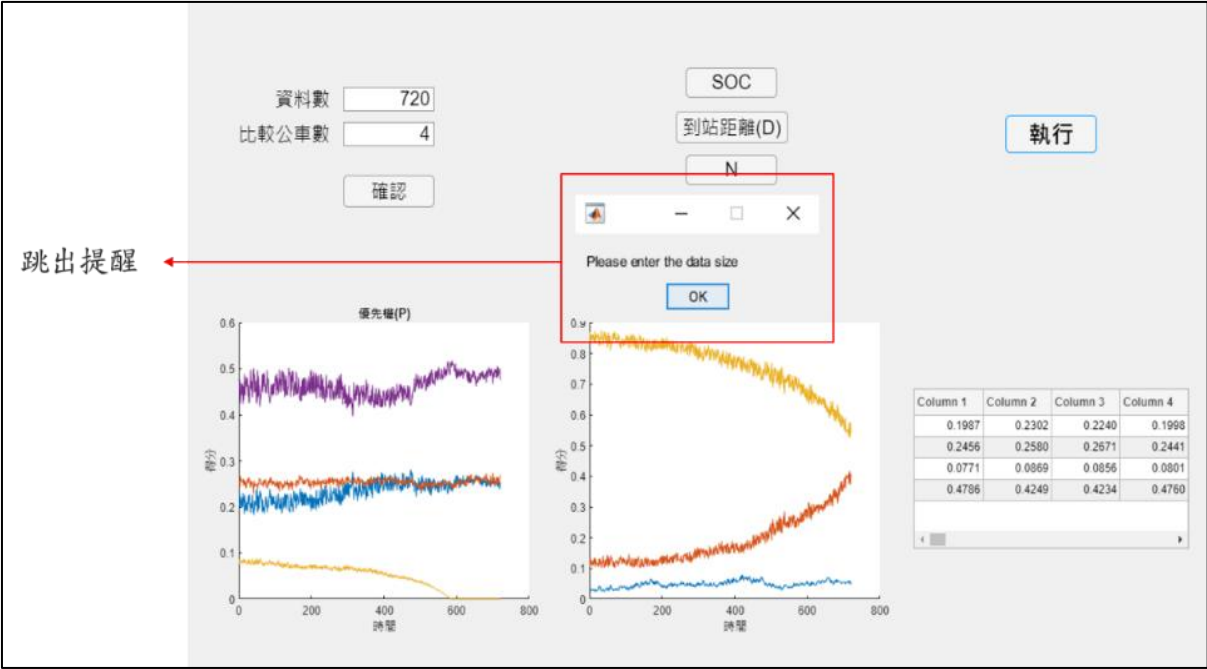
4. Step4: 正歸化

5. Step5: 得證

EX1: $W_1=0.1985$	EX2: $W_1=0.997$	觀察 EX1 之變數 P 及 EX2 之 SOC
$W_2=0.01985$	$W_1=0.00294$	數據最為離散，且其權重也最大
$W_3=0.7816$	$W_1=0.0001$	故得證。

因此離散度越大，其權重也越重，證明之後就可以進行模擬結果探討。

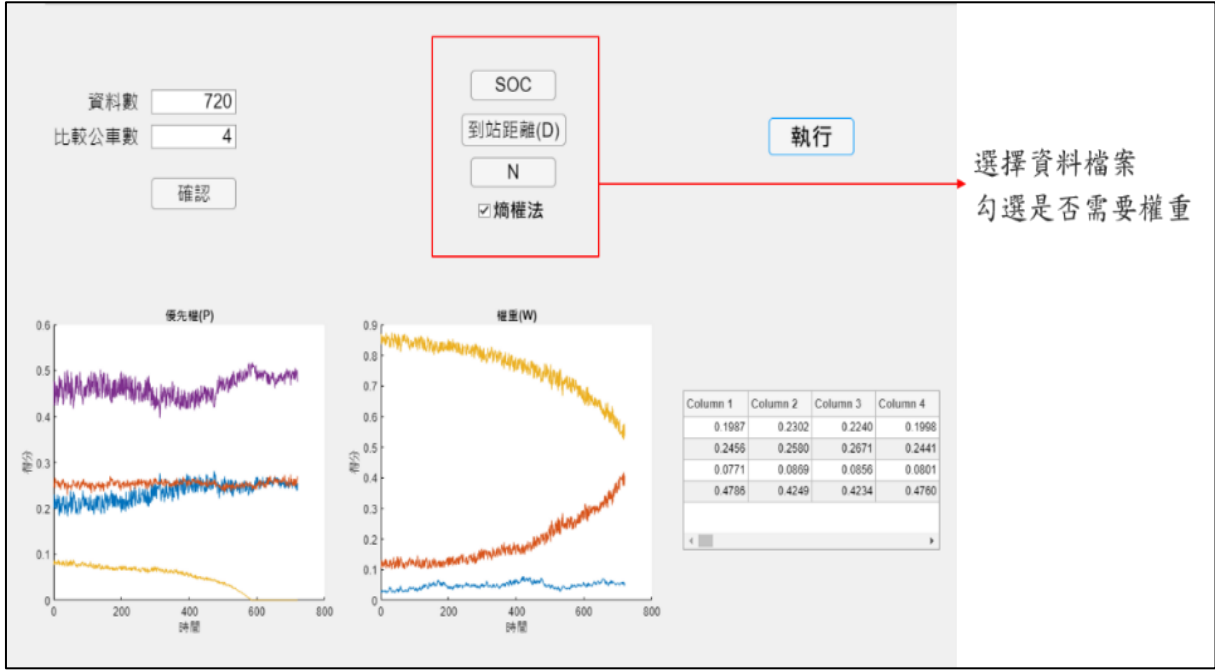
動態充電排程優先權計算之 GUI 與模擬結果如下所示，當點開模擬程式後會跳出視窗要求使用者輸入資料大小如圖 5.3.7 動態充電排程優先權計算之操作動作 1 示意圖。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.7 動態充電排程優先權計算之操作動作 1 示意圖

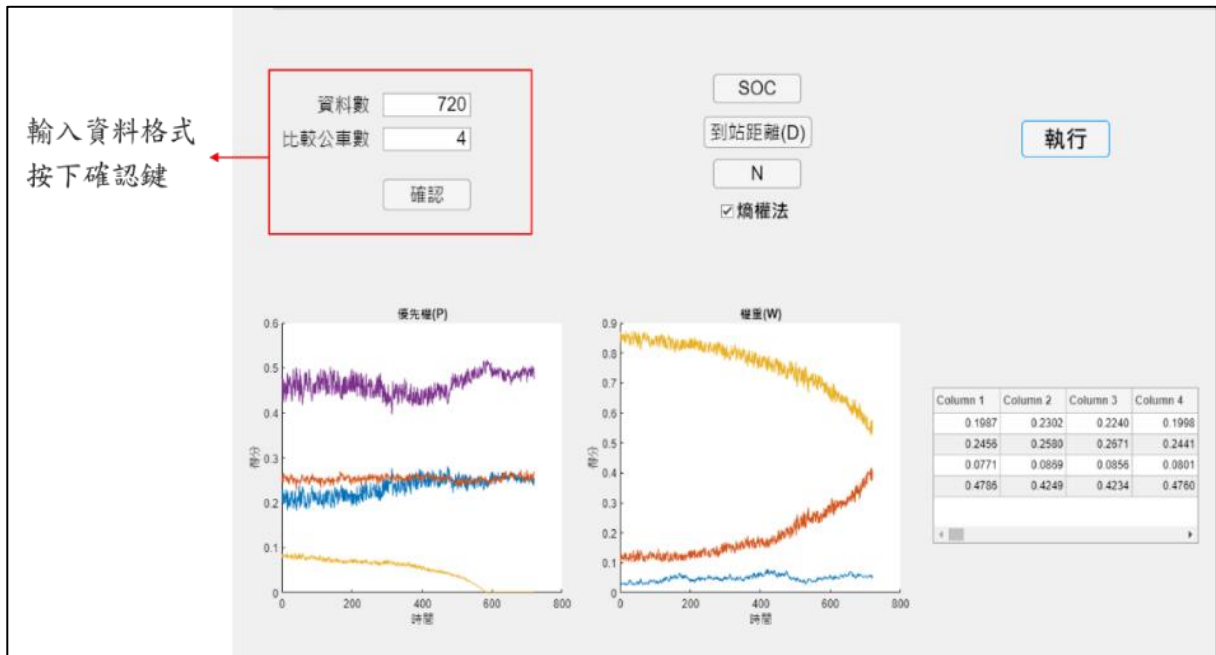
再輸入完資料大小後需按下確認鍵如圖 5.3.8 動態充電排程優先權計算之操作動作 2 示意圖，緊接者選擇資料檔案並勾選是否需要賦予客觀的權重如圖 5.3.9 動態充電排程優先權計算之操作動作 3 示意圖與圖 5.3.10 動態充電排程優先權計算之操作動作 4 示意圖。



資料來源：本計畫繪製。

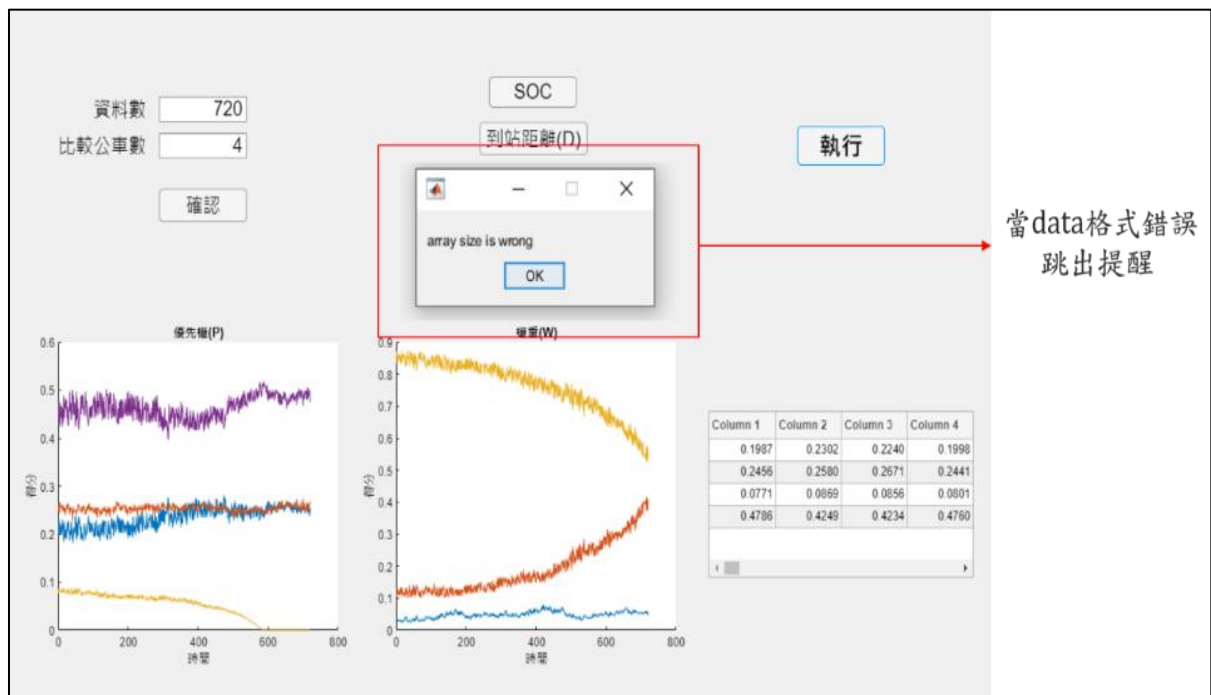
圖 5.3.8 動態充電排程優先權計算之操作動作 2 示意圖





資料來源：本計畫繪製。

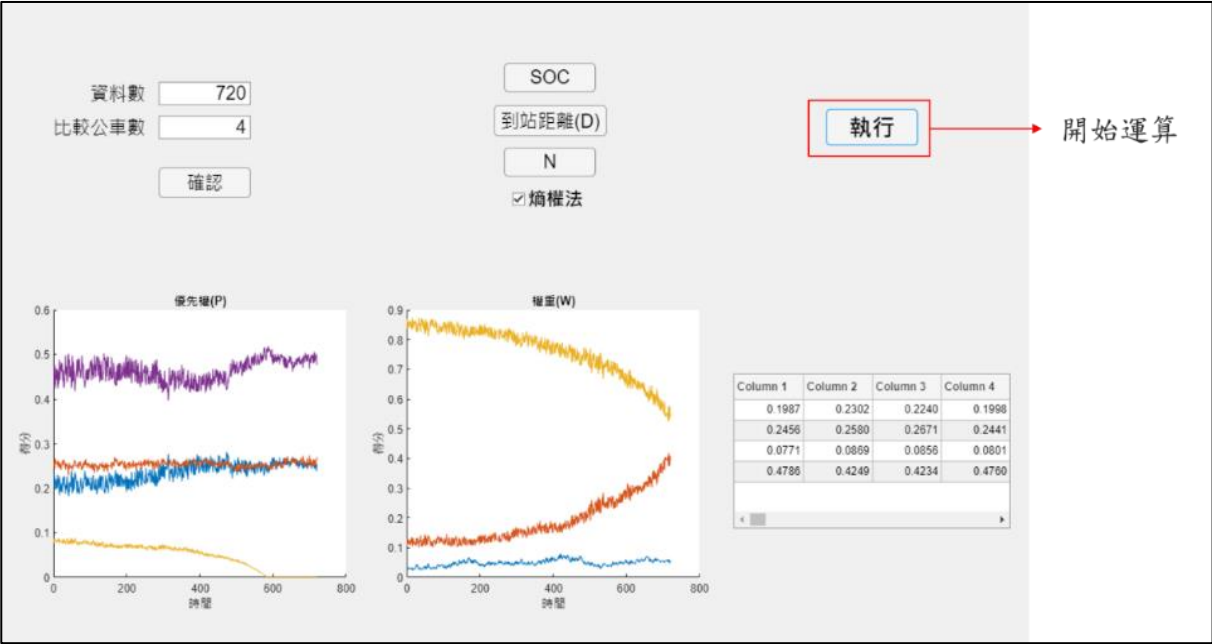
圖 5.3.9 動態充電排程優先權計算之操作動作 3 示意圖



資料來源：本計畫繪製。

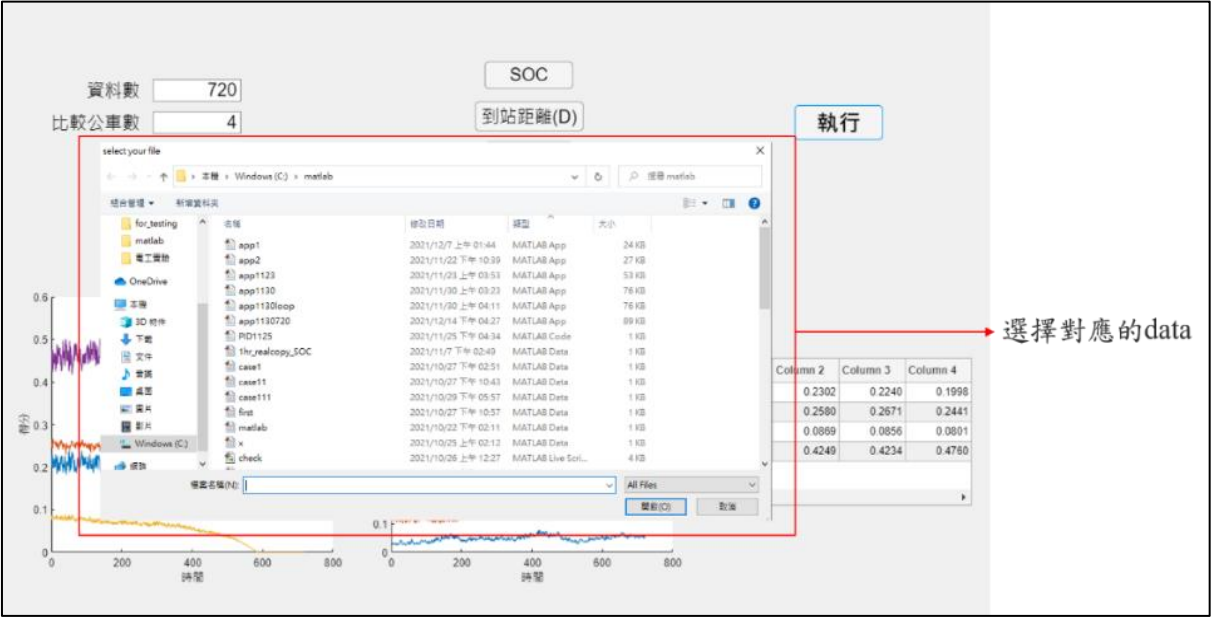
圖 5.3.10 動態充電排程優先權計算之操作動作 4 示意圖

當資料格式與先前輸入之大小不同時跳出提醒如圖 5.3.11 動態充電排程優先權計算之操作動作 5 示意圖，最後點選執行開始運算即可獲得運算結果如圖 5.3.12 動態充電排程優先權計算之操作動作 6 示意圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.11 動態充電排程優先權計算之操作動作 5 示意圖

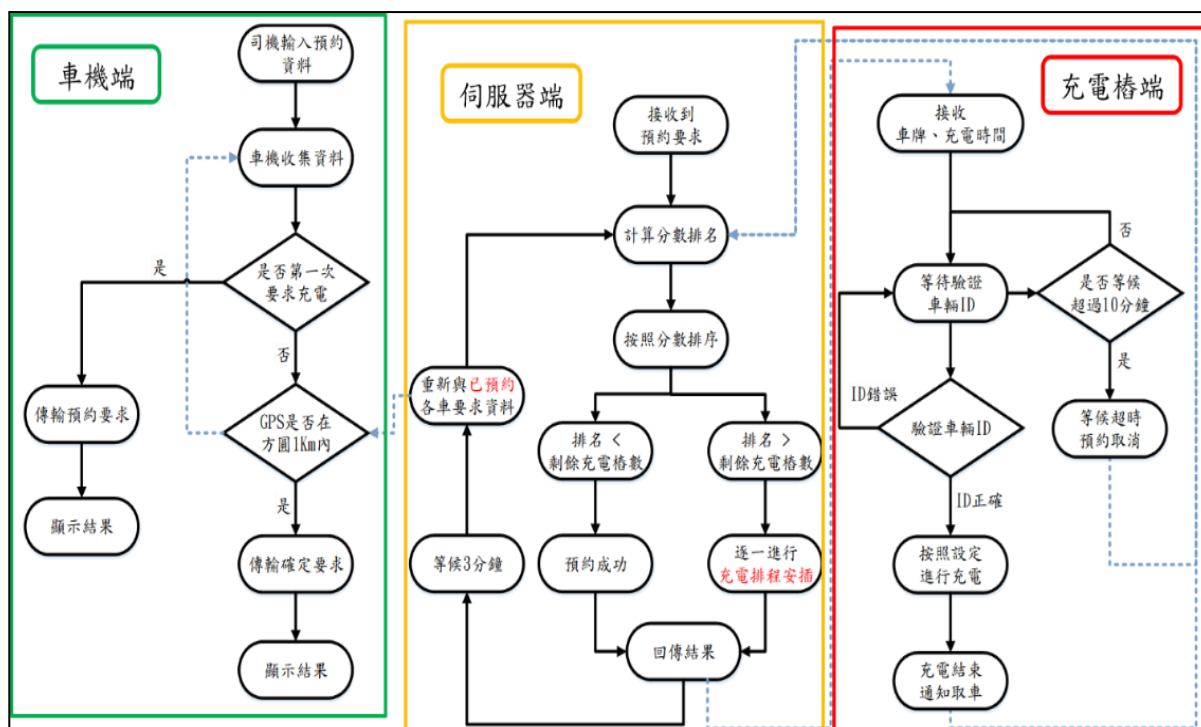


資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.12 動態充電排程優先權計算之操作動作 6 示意圖

### 5.3.3 智慧充電排程整體系統設計

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 5.3.13 智慧充電排程服務系統架構圖為整體智慧充電排程服務系統架構圖。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.13 智慧充電排程服務系統架構圖

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，同時我們將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，我們將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。在考慮車輛移動也是需要時間，若將各車充電時間排得太緊密，將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，我們將會認定此車於此時段將無法進行充電。

為維持排定後之時程表時間正確性，先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，其餘車輛將會接在這些車輛後面進行排定。接著，將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，因此我們將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，可以將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。我們在比較過程將編號分為三種，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。

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(39)

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  $J_{arrive_k} - I_{arrive}$ ，將分成三種狀況：

- (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(39)

- (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(40)

(3) 若小於最小充電時間，則認定為無法進行充電。

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

公式(41)

2. 待排車預計抵達時間大於已排程車預計抵達時間及預估充電時間之和。

$$I_{\text{arrive}} > J_{\text{arrive}_k} + J_{\text{charge}_k}$$

公式(42)

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，可將其暫定充電時間設為希望充電時間。

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

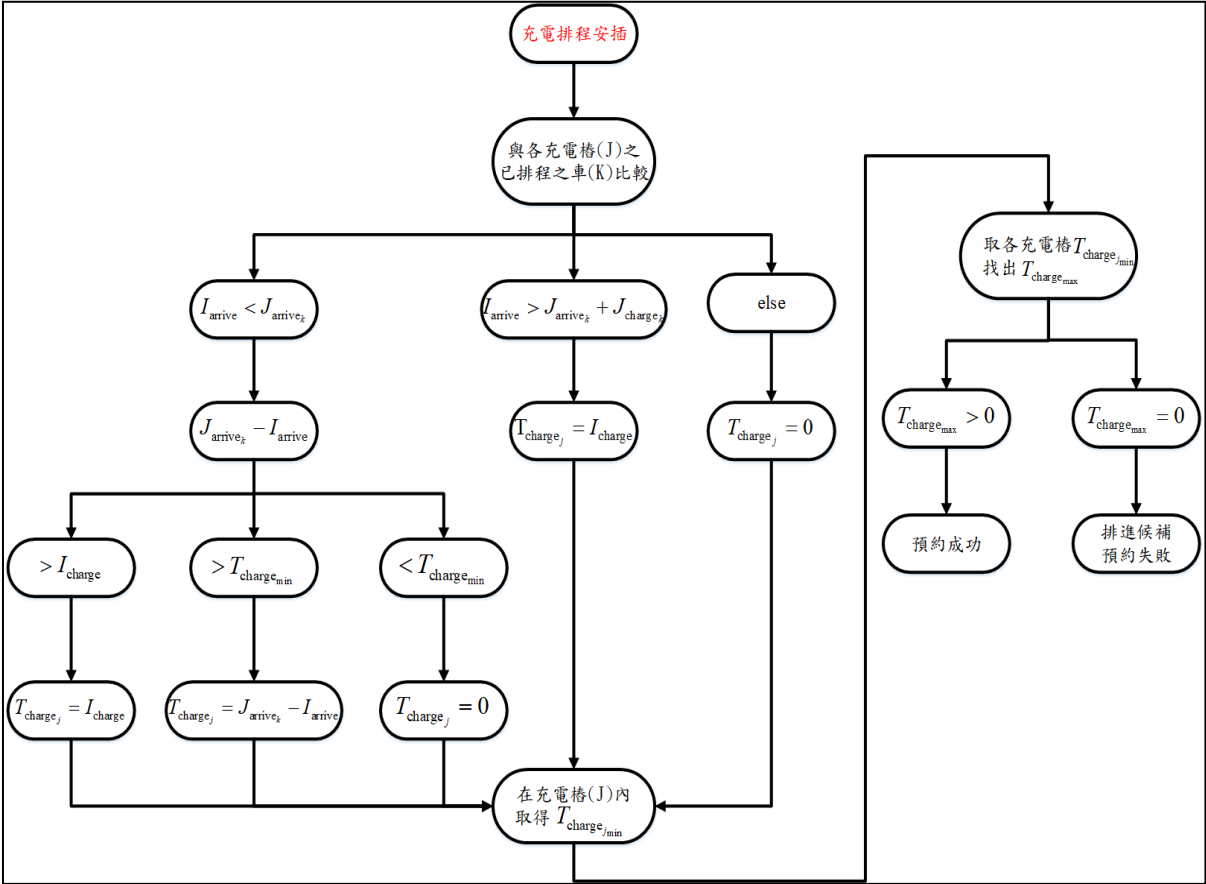
公式(43)

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(44)

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。將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，將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，可逐一將每台車進行充電樁時程表之排定，經整理過後如圖 5.3.14 充電樁時程表結果圖將可將各充電樁之時程表依照時間序顯示出來，方便管理者進行管理。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.14 充電樁時程表結果圖

此外，整體系統流程如圖 5.3.15 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排程系統之構想。透過此做法將充電需求經過一個客觀的綜合評比，將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。



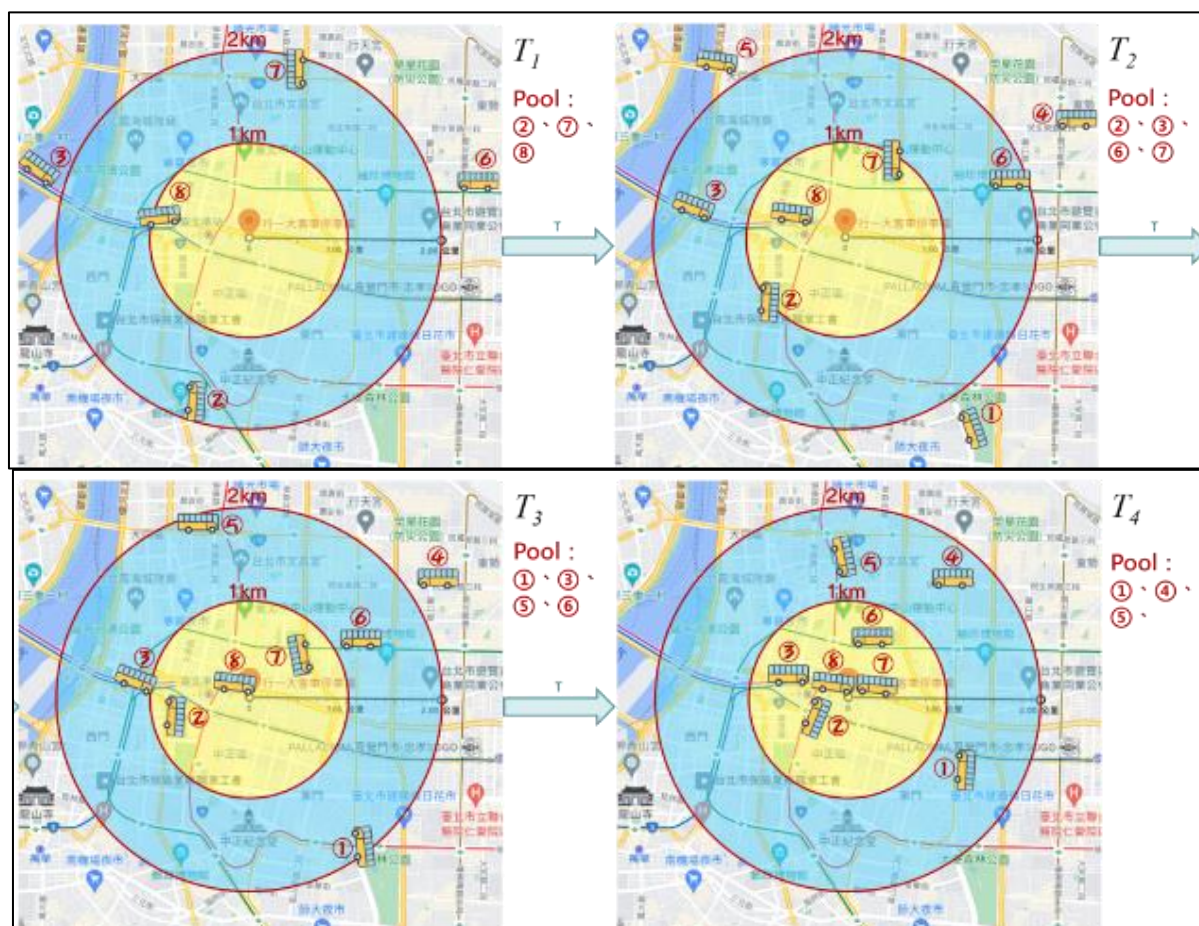
Charger				10x4x3 double							
val(:, :, 1) =				val(:, :, 2) =				val(:, :, 3) =			
ID	抵達時間	充電時間	充電樁編號								
27	555	40	1	6	570	20	2	34	580	37	3
15	635	35	1	3	590	30	2	9	620	25	3
1	690	33	1	36	640	40	2	2	660	30	3
6	750	24	1	13	715	37	2	NaN	NaN	NaN	NaN
19	800	40	1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
7	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 5.3.15 智慧充電排程系統流程圖

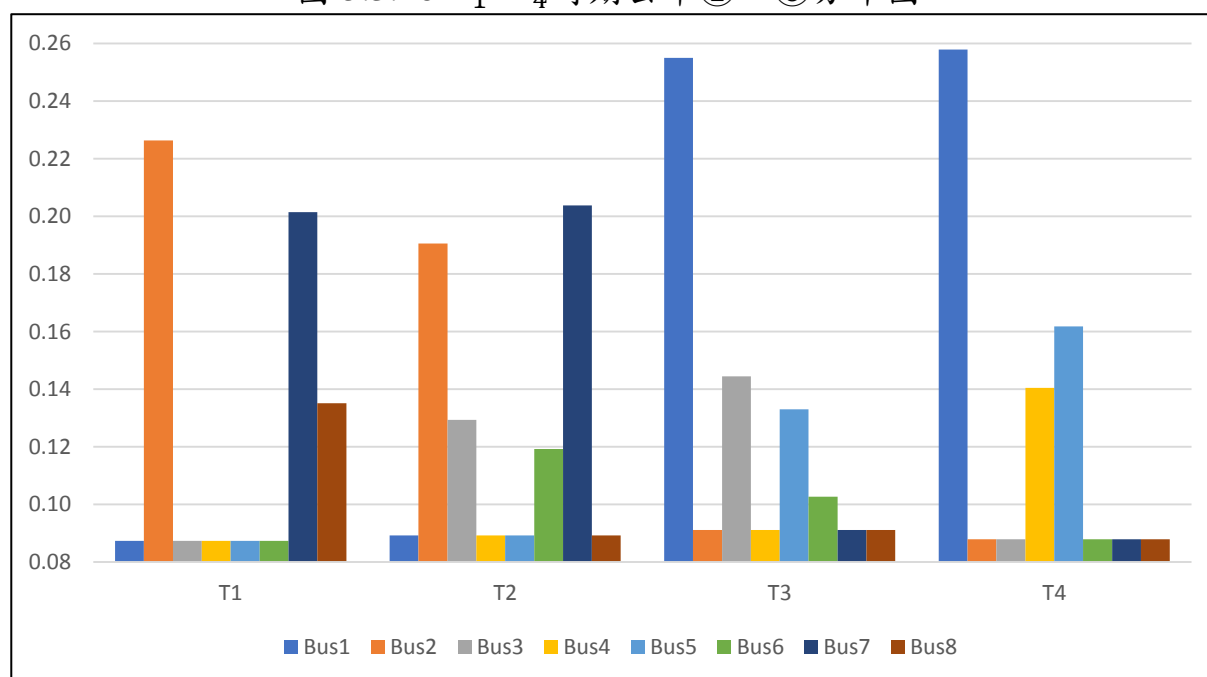
### 5.3.4 充電樁功率分配設計

本充電樁功率分配設計，將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，以下將以圖 5.3.16  $T_1 \sim T_4$  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，並且將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，並且將計算後的優先權值作排序，如圖 5.3.17  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧的優先權長條圖及圖 5.3.18  $T_1 \sim T_4$  時期公車①～⑧的排序圖所示。



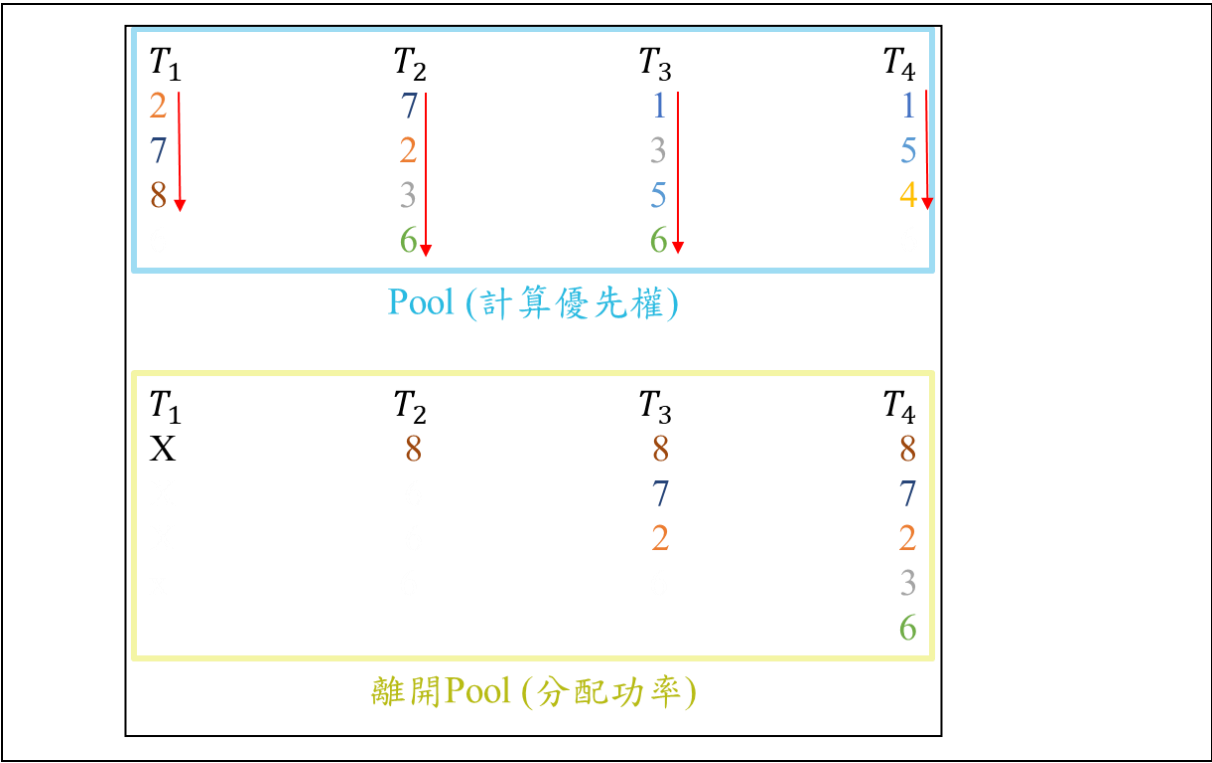
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.16  $T_1 \sim T_4$  時期公車①~⑧分布圖



資料來源：本計畫繪製。

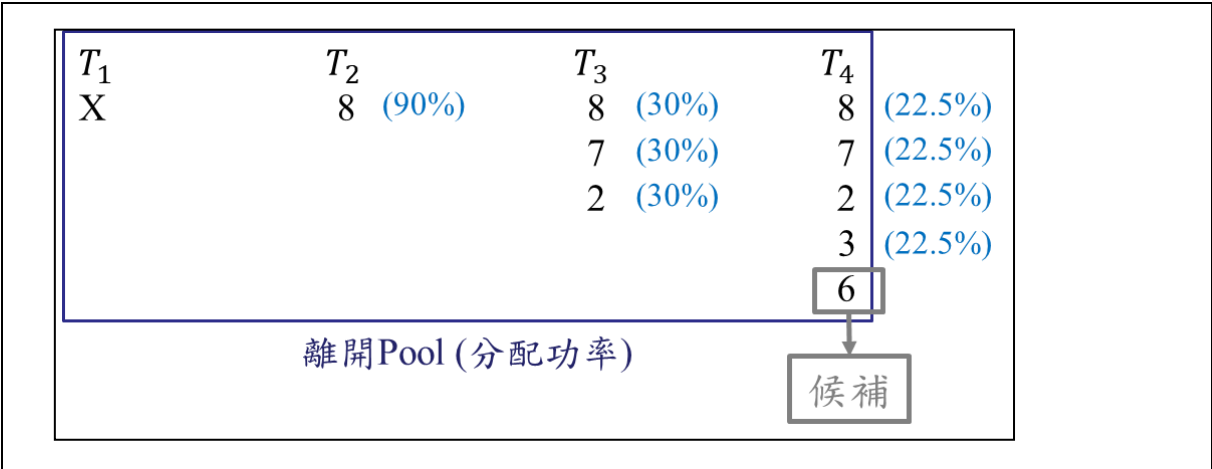
圖 5.3.17  $T_1 \sim T_4$  時期公車①~⑧的優先權長條圖



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.18  $T_1 \sim T_4$  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，系統將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 5.3.19  $T_1 \sim T_4$  時期功率分配圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.19  $T_1 \sim T_4$  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號公車預估的充電完成時間，以及預估候補時間如圖 5.3.20 預估完成時間及預估候補時間所示。根據以上方法，可由 App 顯示預估充完成時間供使用者參考，考慮到使用者習慣，系統的設計使預估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。

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

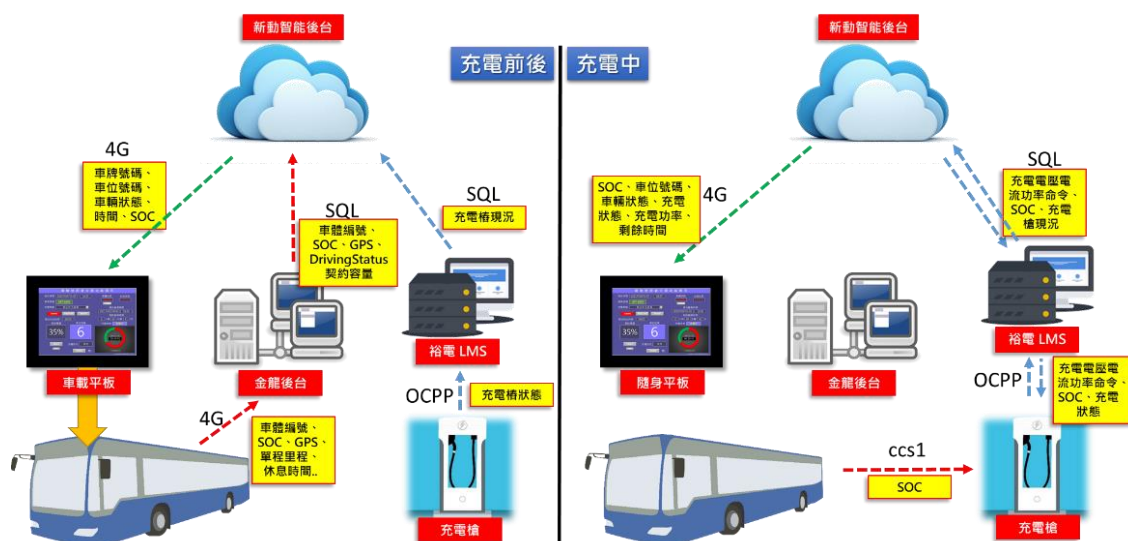
- 預估候補時間：最快離場時間＋彈性時間

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.20 預估完成時間及預估候補時間圖

因應業者運行情況，逐步將智慧充電排程系統設計進行改善，主要透過車機介面、伺服器介面、充電樁介面將資訊分享至新動智能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、裕電後台，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，先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，其餘車輛將會接在這些車輛後面進行排定。接著，將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，因此我們將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，裕電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。不斷將資料演算邏輯回傳至新動智能後台而新動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 5.3.21 智慧充電排程服務系統圖。



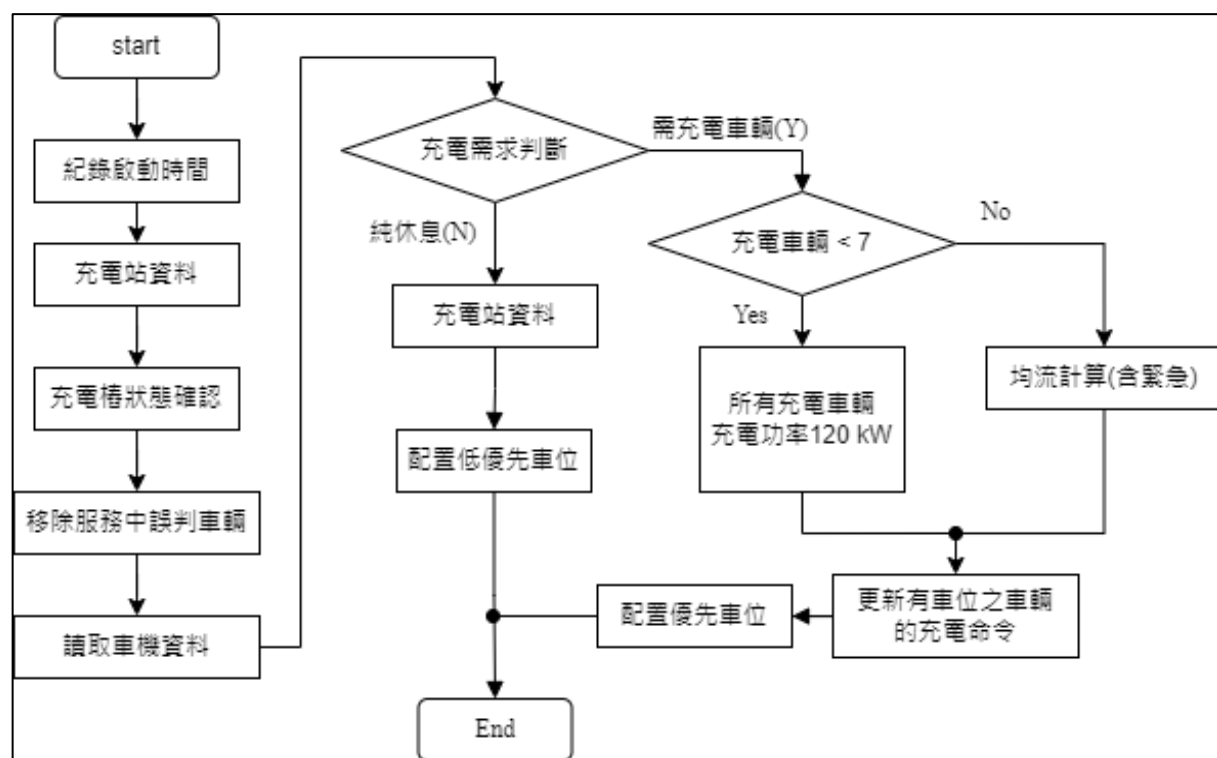
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.21 智慧充電排程服務系統架構圖

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，整體流程架構圖 5.3.22 所示，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，如果成立則將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



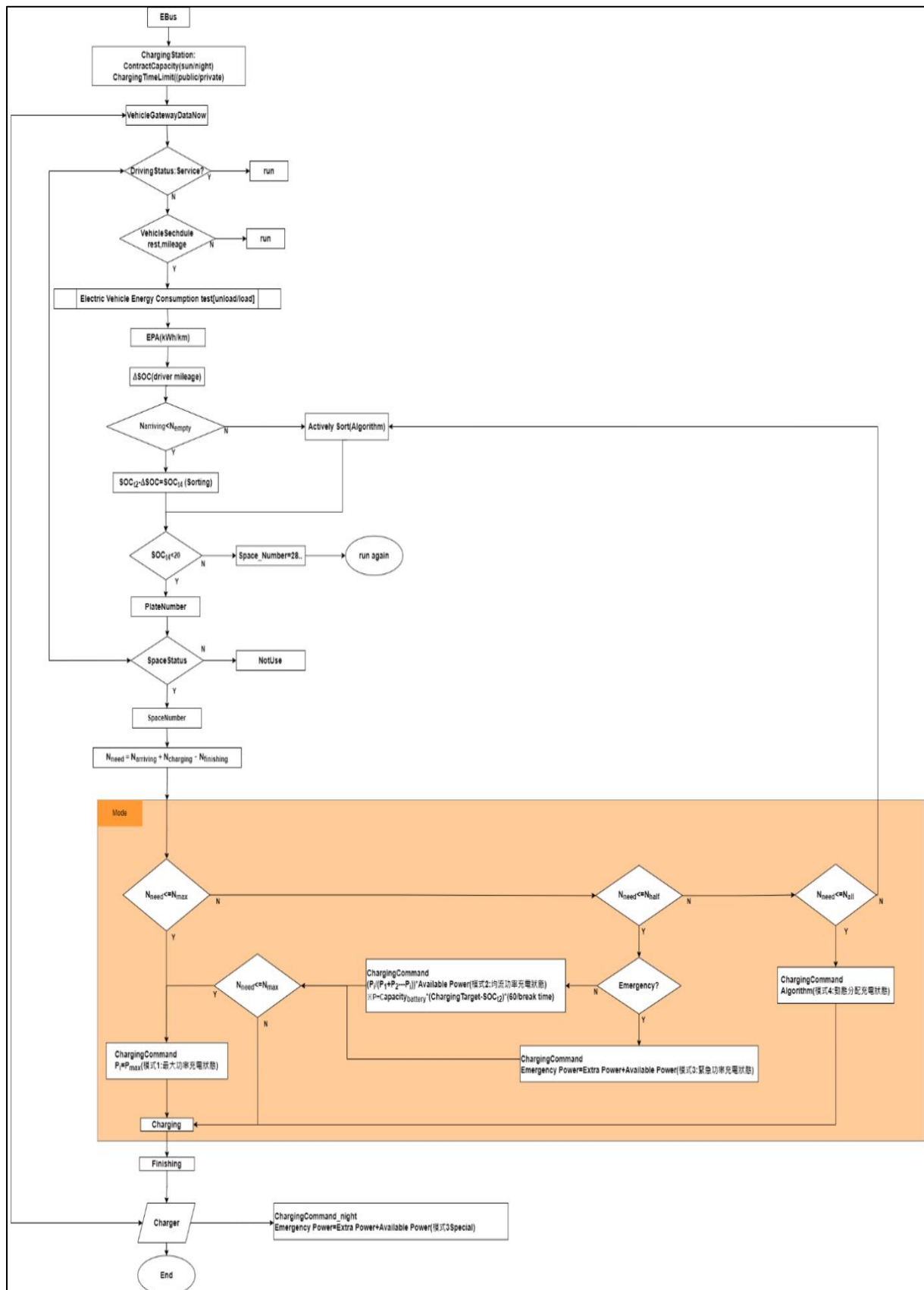
作時後則進入充電樁剩餘功率的調節，模式五當電力達 80% 以上則進入涓流模式  
詳細智慧充電排程服務系統架構流程如圖 5.3.22 及圖 5.3.23 敘述。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.22 智慧充電排程服務系統架構圖

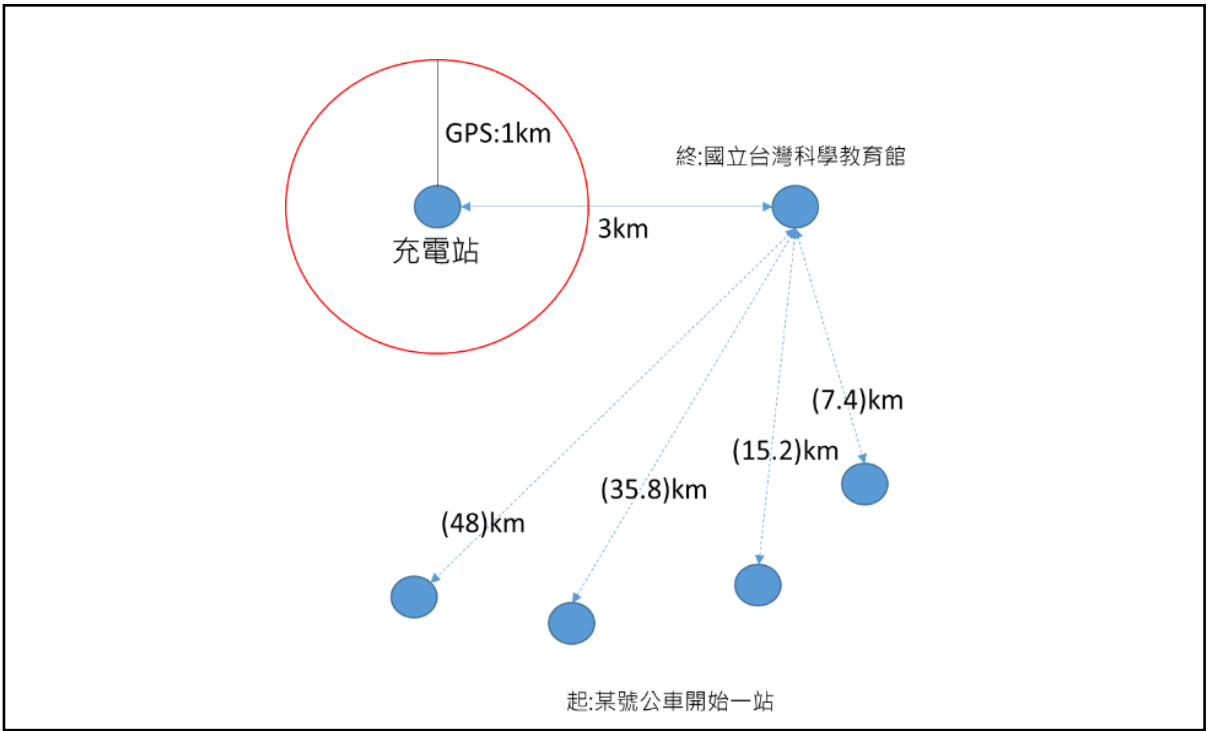




資料來源：本計畫繪製。

### 5.3.23 整體流程架構圖

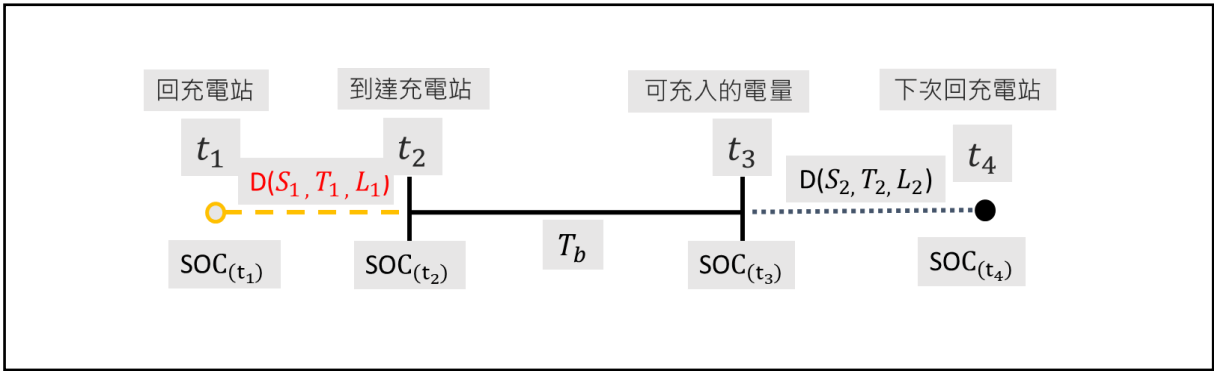
目前實際運行有公車巴士有中興巴士、光華巴士、指南客運，營運路線分別為 557 線、紅 12 線、620 線、902 線，往返里程如下圖 5.3.24 所示 557 線為 7.4 公里、紅 12 線為 15.2 公里、620 線為 35.8 公里、902 線為 48 公里。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.24 電動公車單程距離示意.

t1 是假設回充電站的一個時間點、t2 是假設到達充電站的一個時間點、t3 是假設可充入的電量、t4 是假設下次回充電站的一個時間點，如圖 5.3.25 所示，已表示車輛進入充電站的運行流程分析，最後透過智慧排成運算概念決定是否給予充電車位充電。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.25 電動公車運行流程分析.

## 智慧排程運算概念

1. 步驟一：開始。
2. 步驟二：紀錄啟動時間。
3. 步驟三：電動大客車進入充電站。
4. 步驟四：確認是否為日間充電或夜間充電決定契約容量(金龍日間 800、夜間 1800)。
5. 步驟五：確認充電熱點是否為公共或私人場域，會決定充電時間限制的上下限。
6. 步驟六：即時車機資料(VehicleGatewayDataNow)及 ChargingMeterValues(充電過程數據)資料橋接性。
7. 步驟七：再原始 SQL 資料再創建一個 Table，此 Table 是有應用到的參數。
8. 步驟八：目前只取用即時車機資料(VehicleGatewayDataNow)殘電量資訊。
9. 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)
10. 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。
11. 步驟十一：了解 OCPP 的 charging、Fault 的情況，車位就會變成使用中或停用。
12. 步驟十二：了解充電站的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。
13. 步驟十三：判斷車輛意圖(DrivingStatus)是否為服務中及充電樁狀態為

Notcharging，服務中車子將繼續營運，會被剔除充電排程，此時該 SpaceNumber 的 SpaceStatus 會被改為可使用。

14. 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 Sorting
15. 步驟十五：電動大客車數據能耗預估  $D(S,T,L)=\frac{67-57}{1424}*60=0.421(\%/min)$  最好取得前往充電站的空載能耗，1※最好取得前往充電站的空載能耗 2※運行路線的能耗(離峰,全載)
16. 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%
17. 步驟十七：消耗量佔電池多少比例  $D(S_1,T_1,L_1) = \frac{[EPA(kWh/km)*S(km)]}{B_{total}(kWh)} * 100\%$ 。
18. 步驟十八：電池 248 度,反推 EPA 數值  $0.02947 = \frac{[EPA(kWh/km)*3(km)]}{248(kWh)}$  ,  $EPA = 2.43618667(kWh/km)$ 。
19. 步驟十九：估算行駛一段 30km，  
 $EPA*30km=>2.43618667*30=>73.0856001kWh$ (消耗的 kWh 數)，未來要帶入實際數值 7.4km、15.2km、35.8km、48km。
20. 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  $\Delta SOC$ )※建議參數不確定情況要先加上安全值。
21. 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。
22. 步驟二十二：排序完成後， $SOC_{(t4)}$  如果  $\leq 20\%$  或  $SOC_{(t2)} < 50\%$  就會知道準備充電的車牌。
23. 步驟二十三：該電動公車班表的運行時間找出計算休息時間及資料對應之路線單程距離，目前金龍私人場域休息時間少於一小時 則不充電(中興集團的需求)，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。
24. 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

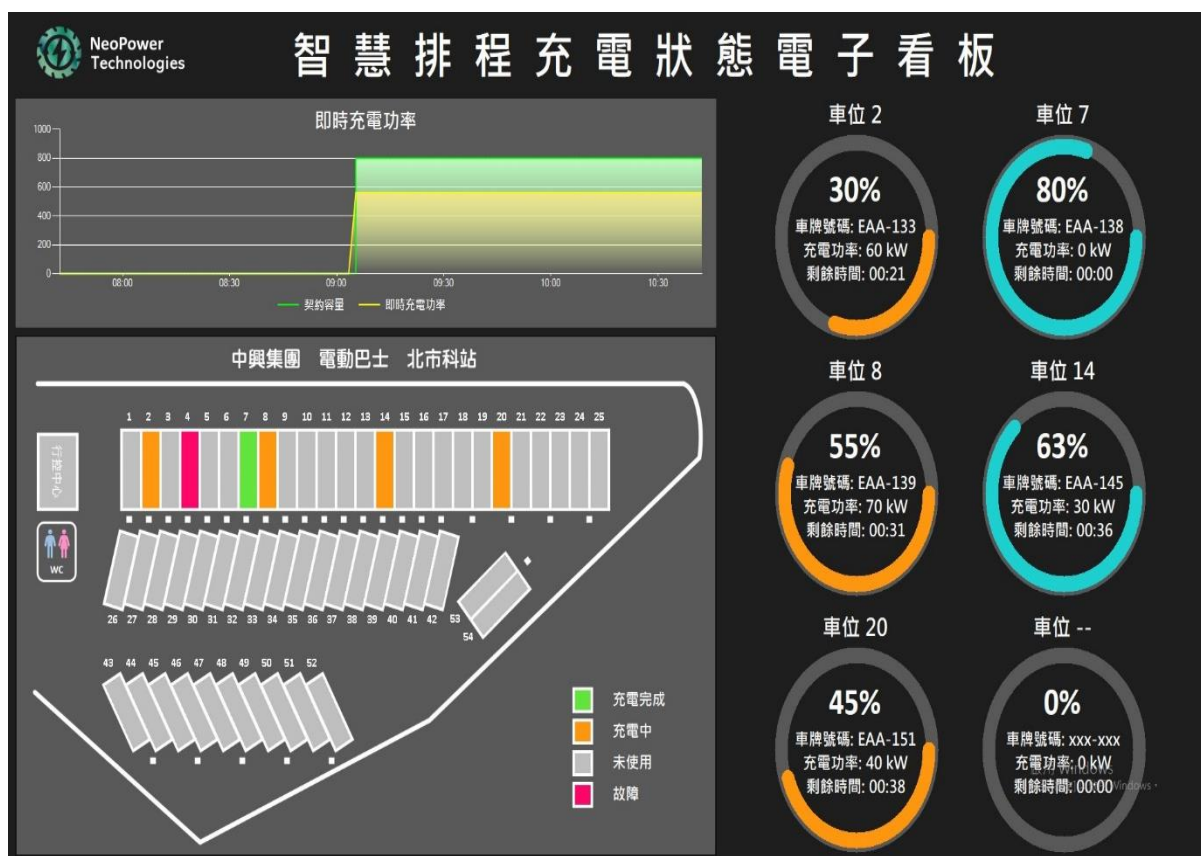
25. 步驟二十五：該車輛充電需求功率計算： $P = \text{BatteryCapacity}(\text{電池容量}) * (\text{ChargingUpperLimit}(\text{滿點上限}\%) - \text{SOC}_{t2}) * (60 / \text{break time})$
26. 步驟二十六：如果充電車輛小於 7 台，(充電樁最大功率為 120kW 契約容量為 800kW，則全功率充電只能 7 台車輛)，則所有充電車輛充電功率為 120kW。
27. 步驟二十七：反之則要使用均流模式計算，而整合緊急充電模式如步驟二十八及二十九。
28. 步驟二十八：均流模式計算方式： $P_i = (\text{Score}_i / (\text{Score}_1 + \text{Score}_2 - \text{Score}_N)) * \text{Available Power}$ 。
29. 步驟二十九：緊急模式計算方式： $P_i = (\text{Score}_i / (\text{Score}_1 + \text{Score}_2 - \text{Score}_N)) * \text{Available Power} - \text{EmergencyPower}$ ，因為使用緊急充電功率，被關注之充電槍必須排除均流的計算。
30. 步驟三十：均流及緊急模式，因為實際上充電槍輸出充電功率應該不會準確到小數點以 int 輸出，因此程式上要排除掉 int 四捨五入累計的錯誤，這時候要計算 offset 輛，計算方式： $\text{offset} = P_i - \frac{802 - 800}{\text{Num of Vehicle}}$ 。
31. 步驟三十一：如果均流計算出來超過 120kW，則會進入緊急模式將此槍的功率訂在 120kW，並且不算在均流模式中，若充電後下降充電功率則該槍會自動跳回均流模式去計算。
32. 步驟三十二：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。
33. 步驟三十三：由於需要動態更新均流模式跟緊急模式整合必須 do-while 迴圈進行設計。
34. 步驟三十四：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

35. 步驟三十五：最好動態更新命令跟搜尋對向車位要同時執行
36. 步驟三十六：如果對向充電車位都在充電中，則會跳 flag 進入模式 4，會先搜一次看哪個充電車位剩餘功率能滿足需充電車輛，如果有滿足就排入充電，如果不滿足就看哪個充電車位最先離開的排序最高，然後排入充電(所以一開始功率會很低等對向電動大客車離開功率自動拉高)。逼近契約容量方法:如果該車輛需充電功率需求大於當下每個充電車位的剩餘功率，可以將該充電車位剩餘功率納入 emergency power，但是那台車子會少充一些功率。
37. 步驟三十七：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。
38. 步驟三十八：依照 ID 開始排優先充電車位。
39. 步驟三十九：夜間涓流模式計算方式: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，並且將該槍納入 EmergencyPower，不會納入均流模式一同計算。

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，將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 5.3.26 智慧排程充電狀態電子看板

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之類，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(45)

當充電車輛的台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(46)

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。

$$P_i = ((\text{Score}_i / (\text{Score}_1 + \text{Score}_2 + \dots + \text{Score}_N)) * \text{AvailablePower}) - \text{offset}$$

公式(29)

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，就必須將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(30)，(31)

$$P_i = (((\text{Score}_i / (\text{Score}_1 + \text{Score}_2 + \dots + \text{Score}_N)) * \text{AvailablePower}) - \text{EmergencyPower}) - \text{offset}$$

公式(30)

```
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(31)

## 5.4 人機介面與功能設計

### 5.4.1 類商業化之人機介面

本子計畫之研究針對最佳化電動大客車場域，開發出一款類商業化之人機介面。其中包含前台輸入與顯示，及後臺最佳化運算程式開發。主要目的為透過前台部份，輸入公車參數設定、充電樁設定、電池設定、限制條件設定、最佳化設定與班表設定以後台求得所需之最小充電樁數，減少初期充電場域建置成本，及後續充電基礎設備維運費用。本研究首先透過文獻回顧，搜尋多篇指標性之論文與技術文件，以了解不同限制條件、排程班表、不同巴士與電池特性下，如何建構相關之後台演算法及前台所需之輸入及輸出項。之後，嘗試透過 MATLAB 工程軟體之 GUI 介面，建構前台之人機輸入與設計界面。

前台簡介如下：

1. 公車參數設定：主要根據業者需求輸入車型參數，如電池容量、巴士數量等。
2. 充電樁設定：為可依據需求調整慢充、快充及超快充之樁數。
3. 電池設定：可決定巴士為使用何種電池，如：鈦酸鋰、鋰三元或磷酸鋰鐵電池等型態，將間接影響充電量之需求。
4. 限制條件設定：此部分關乎場域可否在業者期望之條件下，完成最小充電樁數之設計。例如：最低允許巴士之殘電量，決定充電頻率與度數。最高充電輸出功率，可決定饋線與電網之投資成本；契約容量亦與成本相關。
5. 最佳化項目：可提供調整最佳化之項目，建置成本與回收年限之限制，可使業者評估投資之樁數是否可於年限內回本。充電能耗，可限制場域最大之能源輸入輛；經濟效益，可限制投入之成本幾年內可回收。
6. 班表設計輸入：雖排班表主要應用於動態的充電最佳排程，然充電樁數與巴士之班表亦息息相關，原因為同時進入場域之巴士數量及性質(甚至殘電量)，可透過班表評估，進而試算出瞬間最大充電需求，契約容量等限制條件為何。當以上前台對話框與子母頁面設計完成後，可將參數送

至後台計算。

後台主要透過 Matlab 之.m 檔完成最佳化演算法之撰寫。設計主要分為三大區塊：

1. 決策流程規劃迴圈:於此部分，將進行場域巴士，經過排程後試算出每台巴士進入充電場域之總電量。
2. 最佳化決策過程模型架構數學模型:建立起點、終點站、總站和充電場域及距離、電量變化之數學模型，以利第三部分演算。
3. 迴圈擬定與目標函數定義:本最佳化使用法則為全域搜尋法(Global Search Method)。透過多層迴圈可得到最佳化之解。多層迴圈架構可訂定為:慢充、快充、超快充之數量搜尋迴圈。

在某特定之三種充電樁數下，可進行目標函數之最小獲最大化分析。目標函數包含之因子可為充電樁成本、充電電價、契約容量及限制條件。當違反前台限制條件，將給予懲罰值以避免搜尋該解。所求得之最佳化樁數，將送回前台介面，以利業者評估使用。

整體而言，本研究將開發一具最佳化理論基礎之最佳場域設計軟體。預期將提供客運業者或充電樁營運業者一設計依歸，大幅降低初期建置充電基礎建設，並可於短時間內回收建置成本。

針對相關充電樁最佳化場域設計以及相關法規進行文獻回顧，並將其整理成下表 5.4-1 最佳化充電場域與其相關領域文獻回顧表。

從不同文獻可觀察出，許多研究在針對最佳化充電場域建置時，首先都是針對其研究問題建置出相關之決策流程規劃圖，之後針對其流程建置數學模型，最後針對其研究問題擬定相對應之目標函數，針對文獻結果，本團隊也針對最佳化充電場域進行流程規劃、數學模型、目標函數與人機介面 app layout 設置。

表 5.4-1 最佳化充電場域與其相關領域文獻回顧表

文獻名稱	對應主題				說明
	充電 規範	排程 規劃	場域 建置	最佳化 控制	
IEC 61851-1、CNS 15511-1、IEC 61851-21-2、CNS 15511-21-2、CNS15700-1、CNS 15700-2、CNS15700-3	V				電動車輛充電系統充電機相關電氣安全要求與電磁相容要求
SAE J3105/1、J3105/2、J3105/3	V				歐美導入之集電弓充電介面系統
An all-in-one design method for plug-in hybrid electric buses considering uncertain factor of driving cycles		V		V	透過收集資料建立不同路線公車之行車型態，並透過仿生演算法與動態分析法進行最佳化能量管理策略
Electric bus fleet size and mix problem with optimization of charging infrastructure		V	V	V	建立條件限制(如：編制、能耗、排程等)透過基因演算法針對行車路線、車隊編制以及充電設施進行最佳化
Minimizing the costs of constructing an all plug-in electric bus transportation system: A case study in Penghu		V	V		針對建設成本利用基因演算法進行電巴數量、電池容量、電樁數量與電價進行最佳化搜尋

資料來源：本計畫繪製。

表 5.4-2 最佳化充電場域與其相關領域文獻回顧表(續)

文獻名稱	對應主題				說明
	充電 規範	排程 規劃	場域 建置	最佳化 控制	
Optimal Scheduling to Manage an Electric Bus Fleet Overnight Charging		V		V	利用非線性動態方式，在考慮電池 SOH 情境下，針對電巴維護費用與最佳化充電策略進行最佳化問題解決
Optimal scheduling for electric bus fleets based on dynamic programming approach by considering battery capacity fade		V		V	考慮電池 SOH 針對電池更換費用在不同車隊與不同行車路線進行最佳化
Energy storage system using battery and ultracapacitor on mobile charging station for electric vehicle			V	V	針對不同充電站形式(固定式、移動式)尋找最佳電池配比與電力源分配

資料來源：本計畫繪製。

5.4.2 人機介面設置

利用前述數學模型與目標函數，本研究透過 Matlab 工程軟體之 GUI 介面，建構前台之人機輸入與設計界面，如圖 5.4.1 人機介面 GUI APP 介面圖所示，可以看出本人機介面係由六大項目所建置而成，分別為：公車參數設定、充電樁設定、電池設定、限制條件設定、最佳化項目以及班表設計。而本研究所設計之人機介面，為一具有彈出式視窗(pop-up window)APP，六大項目皆可透過使用者按下該視窗按鈕後，跳出其相對應之對話視窗供使用者使用，其程式碼摘錄如[附錄 9]所示。





資料來源：本計畫繪製。

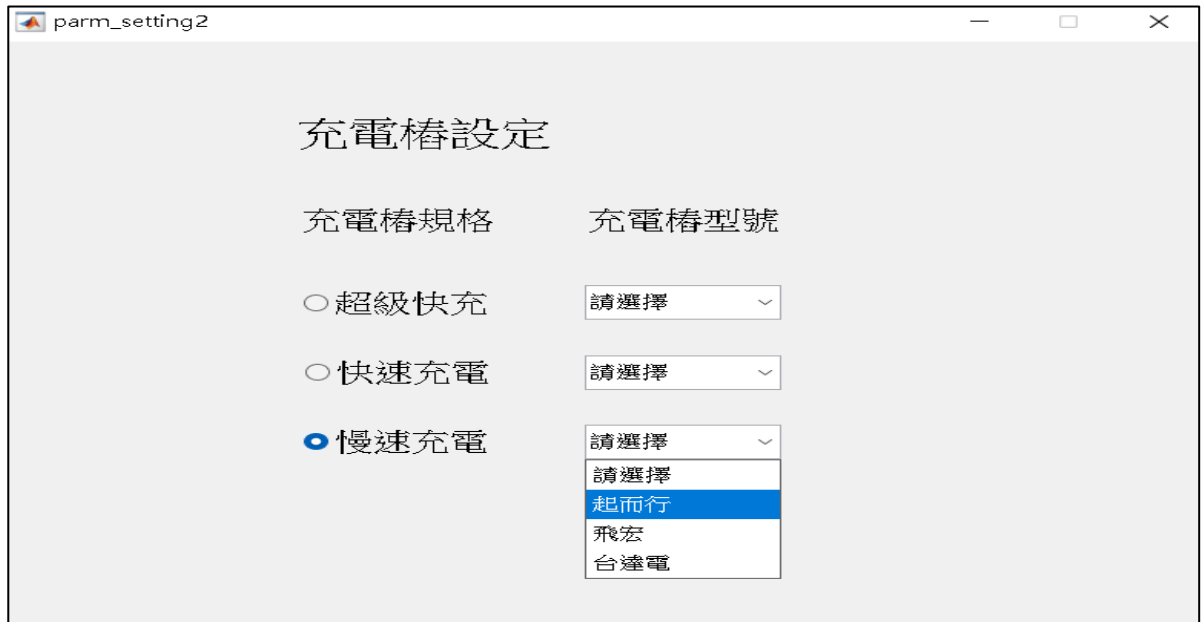
圖 5.4.1 人機介面 GUI APP 介面圖

圖 5.4.2 為公車參數設定對話視窗，係由使用者依照自身車體參數進行輸入，如車型名稱(大型、中型、小型)、風阻係數、車胎、車高、車寬、車長、車重、車載、馬力、轉向比、其他系統等，根據不同使用者或不同業者所擁有之車輛進行調整，以利此車體參數能夠在最佳化演算法進行運算。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.2 公車參數設定對話視窗

圖 5.4.3 充電樁設定對話視窗為充電樁設定對話視窗，可根據使用者需求之充電樁形式進行調整，使用者可針對自身需求充電樁功率(超級快充、快速充電、慢速充電)進行點選，並選擇其相對應之充電樁型號，例如:起而行、飛宏、台達電等，在全域搜尋上面，則在程式內，透過一參數作為是否被選取之訊號，實現迴圈的縮放。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.3 充電樁設定對話視窗圖

圖 5.4.4 為電池設定對話視窗，此設計是考量至目前電動大客車業者，採用不同形式之鋰電池，如鋰三元電池、鈦酸鋰電池，不同電池則會具有截然不同之特性，而此對話視窗則可根據不同供應源之電動大客車，甚至是當今許多研究針對兩種不同之電力源混合電池系統，進行電池形式調整，提供業者對於電池參數的數據輸入，最後根據電池的容量與數量，計算其總容量。

電池設定

鋰電池	容量	248	kWh	數量	54
超級電容	容量	0	kWh	數量	0
燃料電池	容量	0	kWh	數量	0

電池參數: Panasonic(6752-JP) .xlsx

計算 總容量: 13392 kWh

關閉

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.4 電池設定對話視窗圖

圖 5.4.5 為限制條件設定對話視窗，此設計係可針對使用者所需求之限制條件進行調整，如月繳電費、台電 1 度電電費、廠商經費、場域契約容量等，此處所輸入之限制條件則會依據公式敘述進行填寫，而影響目標函數之懲罰值，是否存在。

限制條件設定

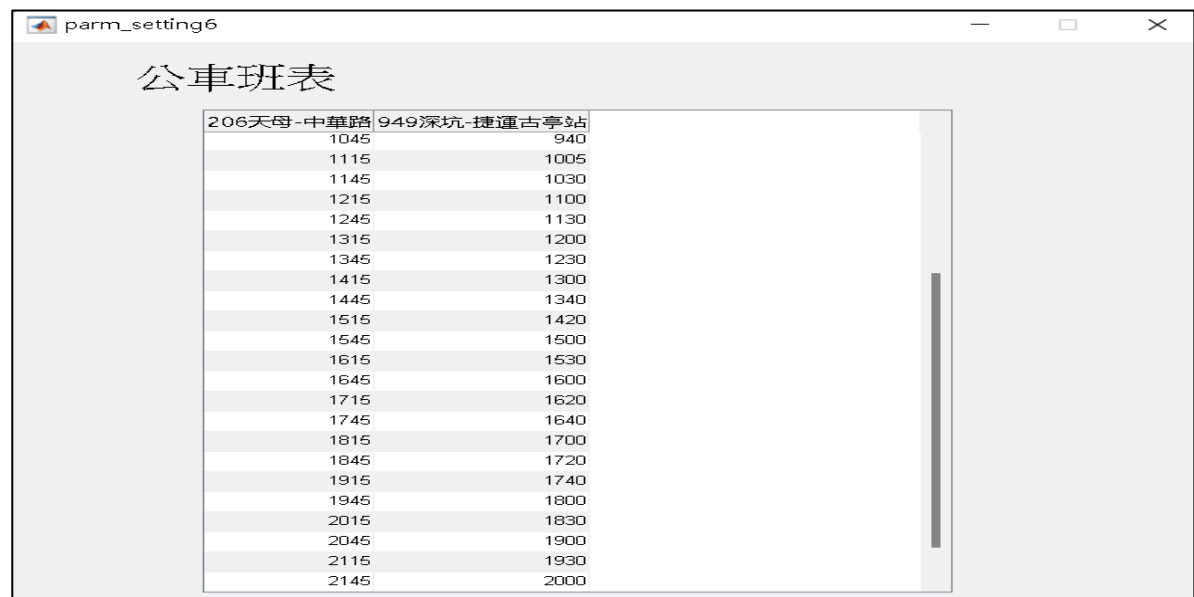
月繳電費？	10萬元
台電1度電多少錢？	3.52元
廠商有多少錢？	1億元
各廠廠牌快慢充要多少錢？	超快充:70萬元、快充:50萬元、慢充:20萬元
場域契約容量大小？	白天:800kw、晚上:1800kw
年維護費多少錢？	5萬元
快慢充電售價？	超快充:10.56元、快充:7.04元、慢充:3.52元
預計月收入多少錢？	10萬元
希望幾年回收充電樁？	10年
充電樁輸出功率？	120kw

輸入

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.5 限制條件設定對話視窗圖

圖 5.4.6 為班表設計對話視窗，其主要目的是讓使用者在不改變當前運行班表情況下，亦可藉由此軟體計算出所需充電樁數量。藉由時間進行區隔，將班表建立，表示該時間區段電動大客車正進行工作排程，目前以發車時間做為公車班表之依據。

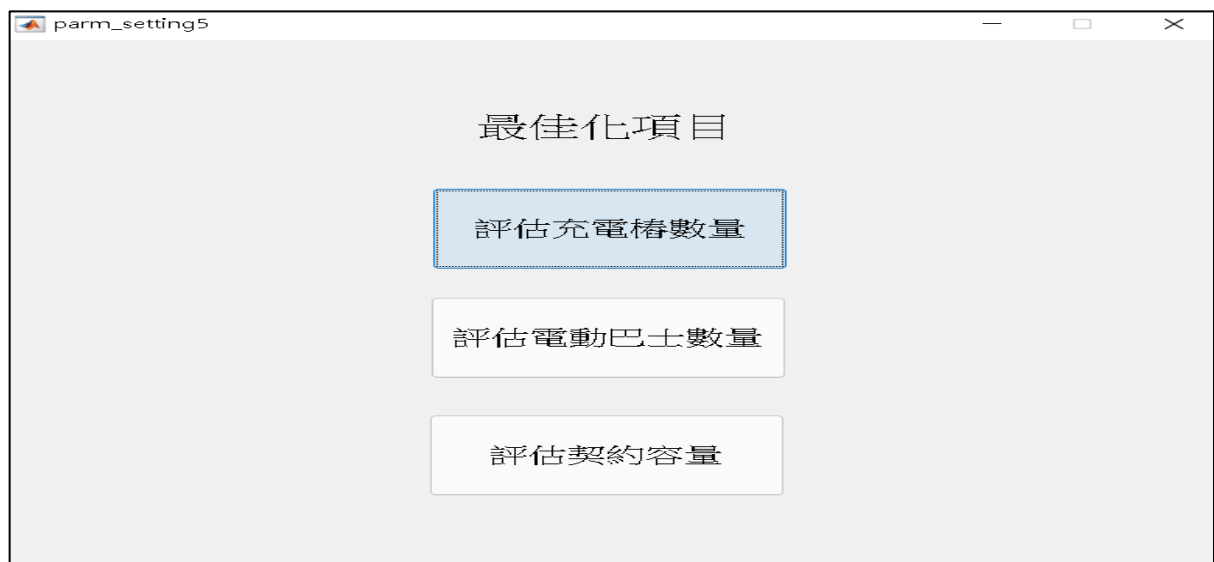


206天母-中華路	949深坑-捷運古亭站
1045	940
1115	1005
1145	1030
1215	1100
1245	1130
1315	1200
1345	1230
1415	1300
1445	1340
1515	1420
1545	1500
1615	1530
1645	1600
1715	1620
1745	1640
1815	1700
1845	1720
1915	1740
1945	1800
2015	1830
2045	1900
2115	1930
2145	2000

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.6 班表設計對話視窗

圖 5.4.7 為最佳化項目對話視窗，本視窗設計則是可讓使用者自行選擇想要最佳化之項目，可藉由視窗內之按鈕進行最佳化計算，如：評估充電樁數量、評估電動大客車數量、評估契約容量等。



最佳化項目

評估充電樁數量

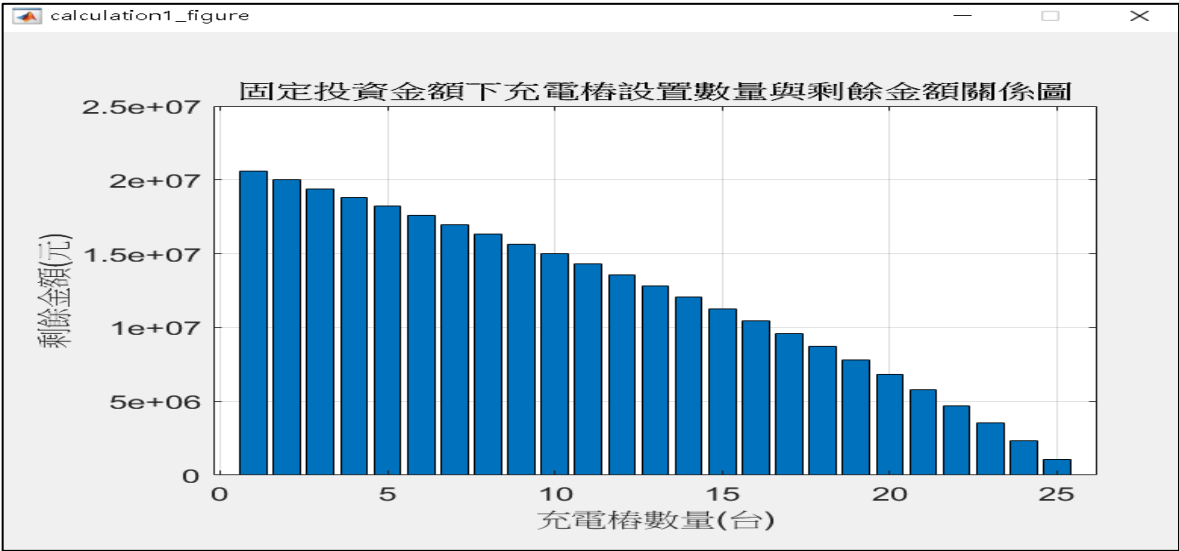
評估電動巴士數量

評估契約容量

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.7 最佳化項目對話視窗

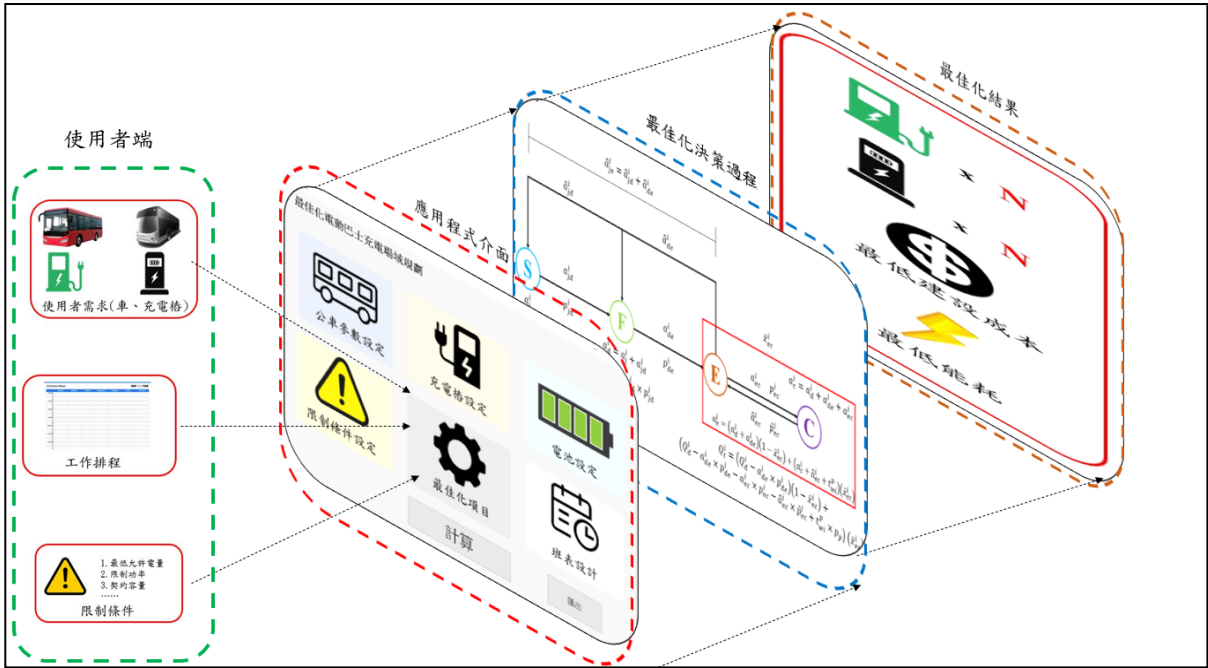
圖 5.4.8 為最佳化項目對話視窗的評估充電樁數量按鈕彈跳視窗，其主要目的是針對最佳化演算法的成果透過繪圖把關係圖製作出來，運用新的彈跳視窗使得最佳化成果顯示的更加完整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.8 最佳化項目對話視窗的評估充電樁數量按鈕彈跳視窗

整體前台人機介面透過使用者輸入所需參數後，後台運算則藉由上述決策流程規劃、數學模型、目標函數等進行計算，並於前台顯示出計算結果，整體計算概念如圖 5.4.9 人機介面後台計算流程示意圖所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.9 人機介面後台計算流程示意圖

本計劃中之智慧排程系統除了於第項所述之充電資訊看板外，另外包含兩項人機介面：a)智慧排程後台管理操作介面及 b)智慧排程司機端應用程式，在此分別說明如下：

### 1. 智慧排程後台管理操作介面

本計畫所開發之智慧排程後台管理系統，可建構於雲端伺服器或場域端伺服器使用，僅需針對網路架構作修改即可。在此利用圖示作相關功能之說明：

電動巴士智慧充電

系統管理員您好！

平台設定

平台設定

\* 評估車輛進站中的距離 31 公里

\* 模擬資料\_日\_時\_分 29 日 18 時 50 分

\* 評估車輛已進、離站的距離 31 公里

取消 儲存

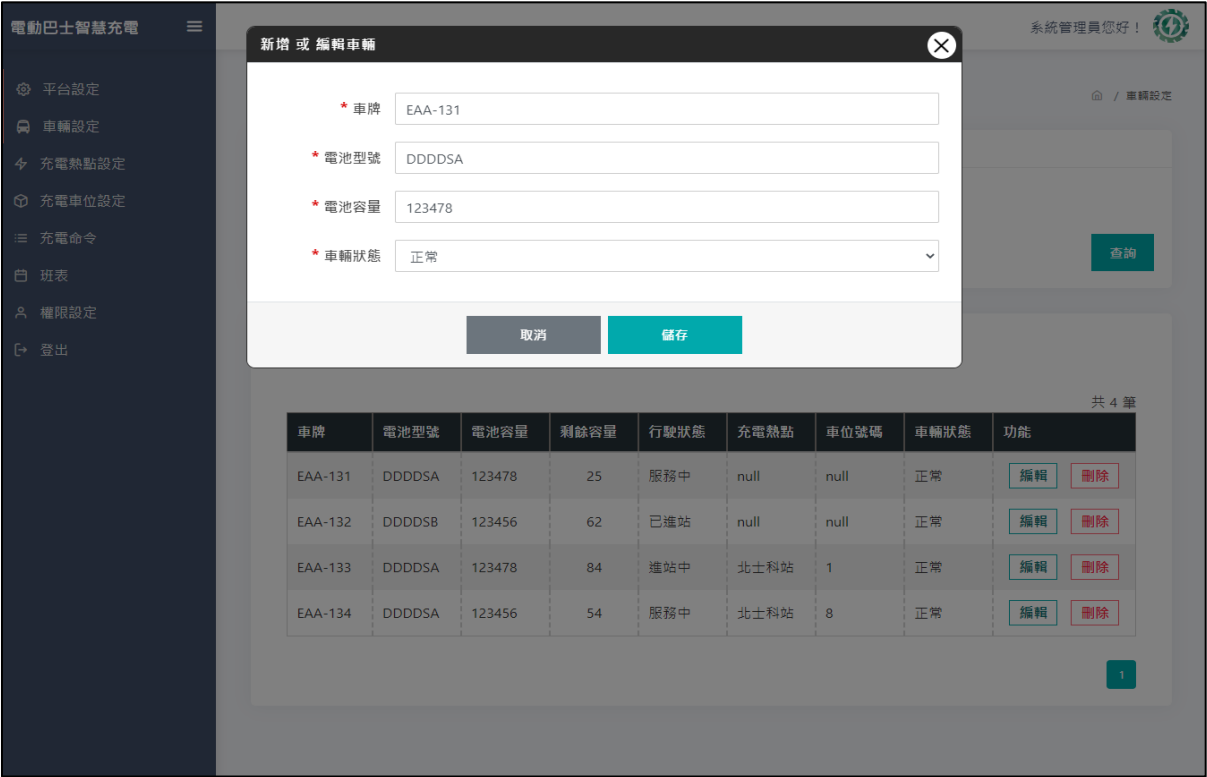
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.10 智慧排程後台管理操作介面(平台設定畫面)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.11 智慧排程後台管理操作介面(車輛設定畫面)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.12 智慧排程後台管理操作介面(新增及編輯車輛畫面)





資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.13 智慧排程後台管理操作介面(充電站設定畫面)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.14 智慧排程後台管理操作介面(充電車位設定及狀態顯示畫面)

**編輯充電車位**

\* 充電熱點: 北士科站

\* 車位號碼: 1

\* 充電用: ☐ 是 ☒ 否

充電槽名稱: 第一槽第一槍

充電槽型號: L2-U2

IP: 1.34.180.45:81

\* 車位編號:

取消 儲存

狀態	充電槽狀態	功能
可用	Available	編輯
可用	Available	編輯
停用	Available	編輯

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.15 智慧排程後台管理操作介面(編輯充電車位畫面)

**充電命令**

搜尋條件

狀態: ☒ 未讀取 ☒ 已讀取 ☐ 已完成 ☐ 已取消

查詢

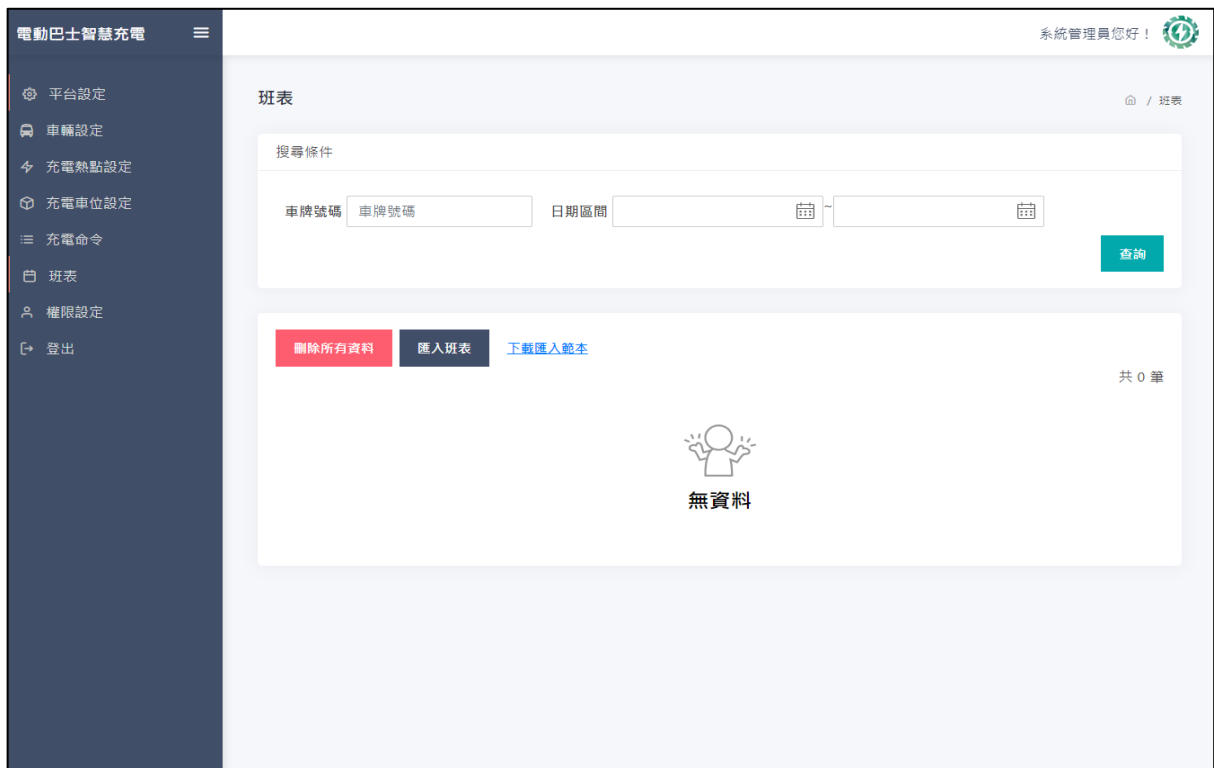
命令號碼	車牌	充電熱點	充電車位	命令時間	充電功率	預計充電目標(%)	預計充電時間	狀態	功能
1	EAA-132	北士科站	3	2022/03/18 17:29:59	120kw	80%	00:20:00	已讀取	取消充電命令
2	EAA-133	北士科站	1	2022/03/18 17:29:51	120kw	80%	00:20:00	未讀取	取消充電命令

共 2 筆

1

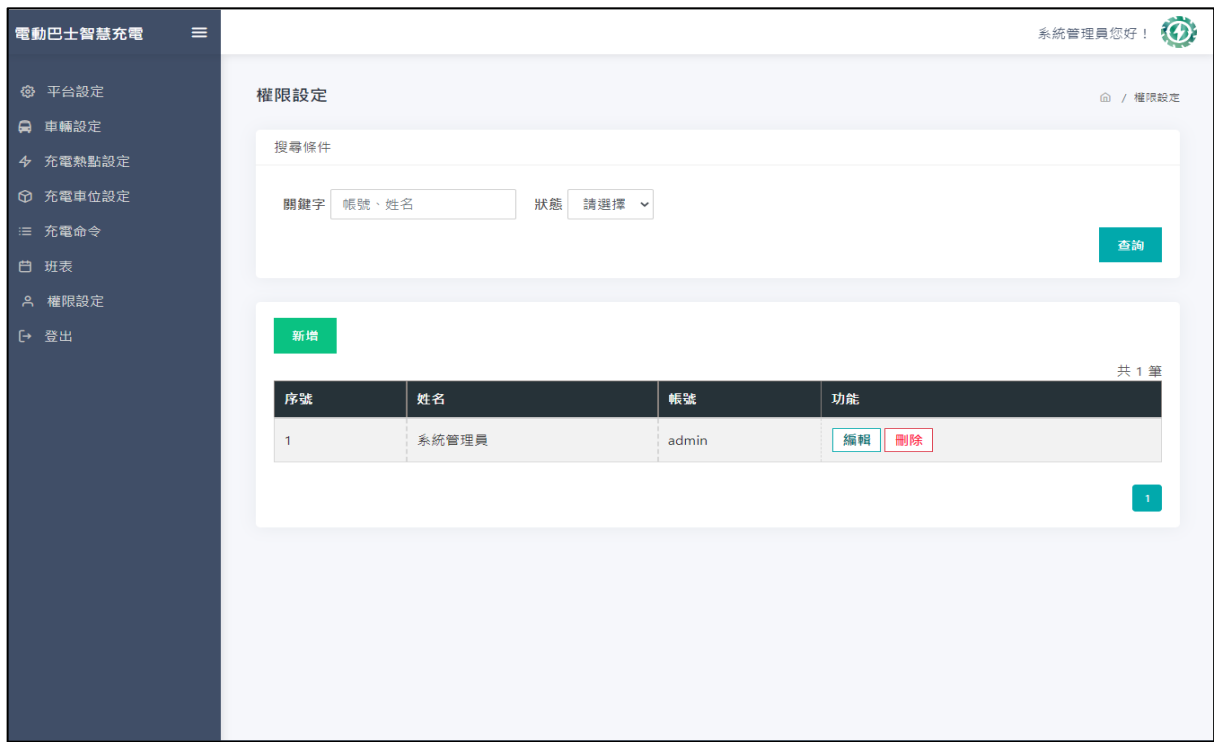
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.16 智慧排程後台管理操作介面(充電狀態搜尋及命令控制)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.17 智慧排程後台管理操作介面(班表上傳及設定畫面)



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4.18 智慧排程後台管理操作介面(權限設定畫面)

## 2. 智慧排程司機端應用程式

本計畫所開發之智慧排程司機應用程式安裝於平板電腦中，於服務中可安裝於車上，進站後及充電中司機可攜帶下車，便於查看目前充電進度。在此利用圖示作相關功能之說明。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 5.4.19 智慧排程司機端應用程式(進佔中狀態顯示)



資料來源：本計畫拍攝。

圖 5.4.20 智慧排程司機端應用程式(充電中狀態顯示)



資料來源：本計畫拍攝。

圖 5.4.21 智慧排程司機端應用程式(服務中狀態顯示)

## 5.5 計畫軟體/系統平台等資運軟體設備建置或增修開發費用估算

本計畫針對未來公/私電動大客車場域建置智慧排程系統進行經費之估算，由於場域所屬特性及需求皆不同，因此，於本節拆分其整體建置費用分別表列，其中包含系統開發(一次性專案)、商用套裝軟體(單機版)及選配硬體建置費用，如表 5.5-1 所示。未來場域營運商或客運業者亦可依照所需選取其適當之方案進行費用評估及預算之編列。

表 5.5-1 智慧排程系統建置經費估算表

項次	屬性	項目	預估經費 (NTD)
1	系統開發	智慧排程系統開發專案(一次性費用) -客製化開發專屬控制系統及場域設計 -客製化系統操作介面及遠端監控應用程式 -3 年系統定期維護 -12 小時教育訓練	1,600,000
2	商用套裝軟體 (不含硬體)	智慧排程控制系統 -單機版 -後台管理操作介面 -資訊顯示介面(含對內及對外) -司機端應用程式 -2 年免費系統定期維護及更新服務 -6 小時教育訓練	300,000
3	選配硬體設備	伺服器主機	50,000
		資訊顯示系統(內外)：戶外防水顯示器、室內資訊電子看板及相關電料及工本費。	250,000

資料來源：本計畫整理。



## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

2030 年市區公車全面電動化，已是既定政策；在此背景下，超過 10,000 部電動大客車充電所可能產生的問題，需要超前研擬解決對策；包括：(1) 統一充電介面，以利充電設備的布建；(2) 優化充電場域，提高使用效率，同時降低對區域電網的衝擊。

#### 1. 文獻回顧

- (1) 國內外電動大客車智慧充電運作原理部分，目前主流的充電方式為單向充電技術，通過自動化充電控制模組以及電網和車輛、充電樁之間通訊傳輸，讓電網控制充電的時間，進而達到用電負荷的管理和平衡。
- (2) 充電規格部分，CCS 比 GB/T 具備更高的充電電流和充電功率，隨著電池科技的演進，可提供電動大客車更快的充電速率，縮短充電時間；而 CCS 比 CHAdeMO 具備更高的充電電流，並有相同的充電功率，因目前市場無支援 CHAdeMO 液冷式充電線纜組產品，故目前 CHAdeMO 最大充電功率僅為 120KW。
- (3) 充電場域的優化有賴於完善的充電管理，全球已經有多家公司依據不同理論並使用不同的演算法發展相關管理軟體並投入使用，得到不同的效益。
- (4) 國內外電動車充電設備相關補助作法部分，各國正積極投資電動車行駛所需的基礎建設，包含大量設置充電站、充電樁及智慧電網等，
- (5) 歸納現況國內電動大客車充電系統使用議題，包括有充電站設置及用電申請之困境、充電站空間限制、用電費用與供電穩定性等。

#### 2. 國內電動大客車充電系統發展潛力分析

##### (1) 優勢

- ① 經濟部輔導國內業者發展充電介面改善技術。
- ② 國內充電系統技術發展成熟並已行銷國內外市場。



③國內汽車充電介面朝向共通規格 CCS1+N 的方向發展，增加未來電動車產業發展可創性。

## (2) 劣勢

- ①因土地使用分區限制，增加調度站土地變更為充電站之難度。
- ②國內目前無導入電動大客車智慧充電技術的案例，故無法得知智慧充電導入效益。
- ③國內電動大客車充電措施配套不健全，故無法保障充電站供電穩定性。
- ④國內電動大客車充電介面尚未正式統一，造成客運業者使用不同車廠的車輛時無法兼容充電。

## (3) 機會

- ①政府鼓勵業者投入電動運具充電樁設置，有助於帶動充電環境正向發展。
- ②政府積極推動公共充電樁建置，有助於提升客運業者使用電動大客車營運時之調度彈性。
- ③研擬中的「電動車專用時間電價」，有助於增加業者採用智慧充電妥善分配充電時間及降低成本之意願。
- ④全球積極推動新能源車輛、綠能產業及節能減碳措施與政策，故充電系統智慧化之技術對全球化發展趨勢有正面效益。

## (4) 威脅

- ①國外計劃投入大量資金導入車輛及布建基礎設施(包含充電基礎設施)。
- ②國內電動車輛市場處於初步推廣期，成本偏高影響消費者接受度，對充電樁需求尚未浮現。
- ③相對國外發展狀況，目前國內充電系統業者其充電系統研發成本及智慧充電技術較不具競爭優勢。

# 3. 推動國內大客車統一充電介面

- (1) 複合性充電系統(CCS)無論在充電性能、資訊傳輸的安全性，未來發展性和市場開拓，皆優於國內業者使用的 GB/T 規格，故後續應推動電

動大客車改用 CCS。

- (2) 依據「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」會議所凝聚之共識，建議後續全面推動電動大客車使用 CCS 規格充電系統。在充電介面的選用上，鼓勵車廠使用 CCS 1，但保留使用 CCS 2 的彈性。
- (3) 有關加速電動大客車導入 CCS 的政策，建議可透過「建立電動大客車專用公共充電樁」和「調整補助政策」等作法來執行。
  - ①設置電動大客車專用公共充電樁，並選擇 CCS 為公共充電樁惟一採用系統，透過公共充電樁所設置的充電樁規格引導客運業者全面採用 CCS。
  - ②補助客運業者在尖峰時刻於公共充電樁充電費用，縮小尖/離峰時刻充電成本差距，提高客運業者使用公共充電樁意願。
  - ③為提高公共充電樁的充電設備稼動率，可考慮對應充電設備每年使用累積時數達標級距提供額外獎勵給營運商，以激勵營運商主動爭取客運業者使用公共充電樁。
  - ④於『交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點』中增列「充電系統限制為 CNS 直流充電系統 C (複合性系統)」之相關條文。
  - ⑤可透過修訂補助條文，以分級方式來訂定補助金額；惟「合理電池容量配置」和「提高充電速率」與電動大客車廠的產品有關，故建議交通部與政府其他部會(如經濟部)協商討論，在掌握國內電動大客車廠的技術現況，逐期修訂執行方式。

#### 4. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃

- (1) 針對不同的充電場域的充電管理需求會有不同目的，但基本上，優化能源使用和降低充電成本，是基本共通要達成的目的。
- (2) 目前各業者針對充電場域的優化所發展的不同充電管理系統，皆為針對各自充電場域的特性和需求所優化的客製化方案，不易直接複製使用於不同的場域。
- (3) 計畫團隊透過與業者的交流訪談和場域實地勘查，透過各項設定指標的評比，並考量計畫全程執行時程的限制，選擇中興巴士集團北士科站，進行示範場域的規劃，以利驗證導入『智慧充電管理系統』的效

益。

#### 5. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域基礎建置

- (1) 本團隊於本計畫期末已建置電動大客車智慧充電管理系統示範場域之基礎建置，其包含：
  - a. 智慧充電管理系統場站端工作站：處理現場資訊顯示及供未來軟體之安裝。
  - b. 對外電子看板：顯示場站內剩餘充電樁數量、即將進站車輛車牌及充電樁編號等資訊，可提供司機進站後停放車輛之資訊。
  - c. 對內電子看板：顯示場站內各車之充電狀態、即時累積用電功率及契約容量及可出車車輛訊息等。
- (2) 本計畫已發展結合「充電場域建置成本優化分析軟體」和「電巴車隊充電最優化排程控制軟體」的『智慧充電管理系統』，透過模擬結果可以證實，智慧充電管理系統可利用團隊所開發之最優化演算法，結合車機資料(包含車牌、SOC 及 GPS)及充電樁資訊(包含充電樁狀態)等資訊，可達到初步智慧排程及調度之目的。
- (3) 透過最優化建置成本演算法之開發，團隊透過已知之場域、車輛及電力資料，已成功利建構初步充電場域建置最優化軟體，未來可將可有效協助政府部門或客運業者完成充電場域的規劃分析和後續的充電優化管理。

## 6.2 建議

1. 由工研院發起，並串聯 50 餘家產/研業者和法人，所共組「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」，雖然透過會員大會的討論，取得未來國內電動車充電規格，建議優先使用 CCS 1 的共識，但仍需有政府部門制定政策導引推動。
2. 國際間關於 CCS 規格的充電技術發展，仍不斷更新，一些新功能(例如 “即插即充”、“雙向電力傳輸”等)和新式充電設施(例如“集電弓”、“自動充電”)的導入，可使電動大客車的充電場域運作更多樣化，後續政策的推動，建議審時度勢，制定對策和調整作法。
3. 在目前各地方政府對於公共場域充電的設置推動相對保守的現況下，建議透過適當的政策推動，導引客運業者開放私有充電場域，提供跨業者的使用。
4. 國內客運業者對於電動大客車的運作模式相對保守，可能導致智慧充電管理系統無法發揮全部效益，建議該調整政策的執行。
5. 電動大客車導入 CCS 的政策，建議思考結合包括電動大客車電池容量配置調整，充電性能提升、私有充電場域的開放和公共充電場域設置等，作整體性規劃，捨棄單純的補助政策，改以補助和獎勵並行。
6. 伴隨大量電動大客車同時充電可能造成周邊用戶之電壓下降，再加實務營運調度需求，政府建置公共充電站之選擇建議不要設置轉運站月台，可朝向運輸場站周邊之大型停車場或可用空間。
7. 本計畫發展的『智慧充電管理系統』，已經納入多種與電動車充電場域規劃和充電管理有的參數，具備完整的功能，實際使用時，可視場域的需求適當縮減參數，目前團隊已經選擇北士科站作為智慧充電示範場域，建議下年度持續維持示範場域的運作，並透過大量電動大客車的充電實例，優化『智慧充電管理系統』。
8. 透過智慧充電管理系統所撈取之電動大客車營運監控管理平台之即時車機資訊，可以有效於車輛進站前安排車輛充電車位及保留充電功率給予需要之車輛，大幅提升充電樁之稼動率及能源使用效益，對於本國發展

電動大客車之智慧充電管理(包含公、私有充電站)更有其存在之必要性，建議未來可透過委外管理之方式，令此平台永續經營，最大化其設立之功效。

## 參考文獻

- [1] IEC 61851-1:2017, Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements.
- [2] CNS 15511-1:2021, 電動車輛傳導式充電系統-第 1 部：一般要求。
- [3] IEC 61851-21-2 : 2018, Electric vehicle conductive charging system - Part 21-2: Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply - EMC requirements for off board electric vehicle charging systems
- [4] CNS 15511-21-2:2021, 電動車輛傳導式充電系統-第 21-2 部：電動車輛以傳導式連接至交流/直流電源的要求-非車載電動車輛充電系統的電磁相容要求。
- [5] IEC 62196-1:2014, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: General requirements.
- [6] CNS 15700-1:2017, 電源端插頭、電源端插座、車輛端插頭及車輛端插座-電動車輛傳導式充電-第 1 部：一般要求。
- [7] IEC 62196-2:2016, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories
- [8] CNS 15700-2:2017, 電源端插頭、電源端插座、車輛端插頭及車輛端插座-電動車輛傳導式充電-第 2 部：針對交流刀片及導電嘴配件之尺度相容性及互換性要求。
- [9] IEC 62196-3:2014, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors

- and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles  
- Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability  
requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube  
vehicle couplers
- [10] CNS 15700-3:2018, 電源端插頭、電源端插座、車輛端插頭及車輛端插座-電動車輛傳導式充電-第 3 部：直流及交直流綜合型端子與接觸導管類型車輛端耦合器之尺度相容性及互換性要求。
- [11] IEC 62196-3-1, Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 3-1: Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for DC charging intended to be used with a thermal management system.
- [12] IEC 61851-23:2014, Electric vehicle conductive charging system - Part 23: DC electric vehicle charging station.
- [13] CNS 15511-23:2013, 電動車輛傳導式充電系統-第 23 部：電動車輛直流充電站。
- [14] IEC 61851-24:2014, Electric vehicle conductive charging system - Part 24: Digital communication between a d.c. EV charging station and an electric vehicle for control of d.c. charging
- [15] CNS 15511-24:2013, 電動車輛傳導式充電系統-第 24 部：電動車輛直流充電站與電動車輛間充電控制用數位通訊。
- [16] SAE J3105/1, Infrastructure-Mounted Cross Rail Connection.
- [17] SAE J3105/2, Vehicle-Mounted Pantograph Connection.
- [18] SAE J3105/3, Enclosed Pin and Socket Connection.
- [19] NewMotion 網站擷取重新繪製，<https://newmotion.com/en/the->



future-of-ev-charging-with-v2x-technology/。

- [20] 工業技術研究院(108)，V2G 應用案例與運輸電氣化對電系系統影響，擷取重新繪製。
- [21] 工研院資通所—C-V2X 與自駕車結合之應用：  
<https://ictjournal.itri.org.tw/Content/Messagess/contents.aspx?MmmID=654304432061644411&MSID=1073041765432164773>。
- [22] Marshall, Brandon M., Jarod C. Kelly, Tae-Kyung Lee, Gregory A. Keoleian, and Zoran Filipi. "Environmental assessment of plug-in hybrid electric vehicles using naturalistic drive cycles and vehicle travel patterns: A Michigan case study." *Energy Policy* 58 (2013): 358-370.
- [23] Wang, Ziyi, Ronald Wennersten, and Qie Sun. "Outline of principles for building scenarios - Transition toward more sustainable energy systems." *Applied energy* 185 (2017): 1890-1898.
- [24] Wennersten, Ronald, Qie Sun, and Hailong Li. "The future potential for Carbon Capture and Storage in climate change mitigation - an overview from perspectives of technology, economy and risk." *Journal of Cleaner Production* 103 (2015): 724-736.
- [25] Ahmad, Aqueel, Zeeshan Ahmad Khan, Mohammad Saad Alam, and Siddique Khateeb. "A review of the electric vehicle charging techniques, standards, progression and evolution of EV technologies in Germany." *Smart Science* 6, no. 1 (2018): 36-53.
- [26] Electric car use by country [Online]. Available: <https://www.electric-vehicle-use.com/>

- [//en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_car\\_use\\_by\\_country#cite\\_note-5miGlobal-4](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country#cite_note-5miGlobal-4) [Accessed 17 Jun. 2021].
- [27] Veldman, E. and Verzijlbergh, R.A., “Distribution grid impacts of smart electric vehicle charging from different perspectives” , IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 6, no. 1, pp. 333–342, 2014.
- [28] [28]Jian, L., Yongqiang, Z. and Hyounghi, K., “The potential and economics of EV smart charging: A case study in Shanghai” , Energy policy, vol. 119, pp.206–214, 2018.
- [29] Rahman, M.M., Al-Ammar, E.A., Das, H.S. and Ko, W., “Comprehensive impact analysis of electric vehicle charging scheduling on load-duration curve” , Computers & Electrical Engineering, vol. 85, p. 106673, 2020.
- [30] Alonso, M., Amaris, H., Germain, J.G. and Galan, J.M., “Optimal charging scheduling of electric vehicles in smart grids by heuristic algorithms” , Energies, vol. 7, no. 4, pp. 2449–2475, 2014.
- [31] J. Lee, H.-J. Kim, G.-L. Park and H. Jeon, "Genetic algorithm-based charging task scheduler for electric vehicles in smart transportation", Proc. 4th Asian Conf. Intell. Inf. Database Syst., pp. 208–217, 2012.
- [32] Rogge M., van der Hurk E., Larsen A., Sauer D.U., “Electric bus fleet size and mix problem with optimization of charging infrastructure” , Applied Energy. vol. 211, p.p. 282–95, 2018.
- [33] Chokkalingam, B., Padmanaban, S., Siano, P., Krishnamoorthy, R. and Selvaraj, R., “Real-time forecasting of EV charging

- station scheduling for smart energy systems” , *Energies*, vol. 10, no. 3, p. 377, 2017.
- [34] Soares, J., Morais, H., Sousa, T., Vale, Z. and Faria, P., “Day-ahead resource scheduling including demand response for electric vehicles” , *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 4, no. 1, pp. 596-605, 2013.
- [35] Yu, J. J. Q., Li, V. O. K. and Lam, A. Y. S., “Optimal V2G scheduling of electric vehicles and unit commitment using chemical reaction optimization” , *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Cancún, México, June, 2013.
- [36] 交通系統月報，表 3-2 市區汽車客運營運概況。Online]. Available: <https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=579&parentpath=0%2C6%2C578&qclass=03> [Accessed 17 Jun. 2021].
- [37] 嚴士軒，以基因演算法求解電動大客車車輛排程之研究，國立交通大學，運輸與物流管理學系，碩士論文，2021 年 1 月。
- [38] 林郁智，電動大客車充電站電能管理策略研究，國立中山大學，通訊工程研究所，碩士論文，2010 年。
- [39] 葉柔君，電動大客車充電排程與最佳化離散型事件模擬之應用，國立臺灣大學，土木工程學研究所，2019 年 6 月。
- [40] 陳珮心，應用變數產生法求解電動大客車車輛排程問題，交通大學運輸與物流管理學系，碩士論文，2013 年。
- [41] 黃僅仁，運用於停車場之電動車充電最佳化排程設計，臺北科技大學自動化科技研究所，碩士論文，2013 年。
- [42] 劉冠輝，電動車充電控制與契約容量的最佳化，國立中山大學通訊工程研究所，碩士論文，2013 年。

- [43] 陳永昇，電動車於含再生能源停車場之最佳化充電規劃，國立臺北科技大學電機工程系，碩士論文，2018 年。
- [44] 張荐豪，以排隊理論為基礎之電動車充電站最佳化電力排程，成功大學電機工程學系學位論文，2020 年。
- [45] 葉柔君，電動大客車充電排程與最佳化離散型事件模擬之應用，國立臺灣大學，土木工程學研究所，2019 年 6 月。
- [46] 李佳芸，充電式電動大客車排班模式之研究，交通大學運輸與物流管理學系學位論文，2015 年。
- [47] 邵鏡芳，多路線市區電動大客車充電排程之研究，交通大學運輸與物流管理學系，碩士論文，2020 年。
- [48] 擷取自 Eurelectric Power Summit 2021 網站，  
<https://powersummit2021.eurelectric.org/exhibitor-village/driivz/>
- [49] 擷取自 BOSCH 網站，<https://www.bosch.com/stories/smart-charging/>。
- [50] 擷取自 VECTOR 網站，  
<https://www.vector.com/br/en/products/products-a-z/software/vcharm-charging-station-management-system/>。
- [51] 擷取自 <https://www.virta.global/charging-solution/managed-charging-stations>
- [52] 擷取自  
<https://new.siemens.com/global/en/products/energy/medium-voltage/solutions/emobility/ebus-depot.html>，並重新繪製。
- [53] 擷取自 Smart Charging Electric Buses：The Ultimate Guide，<https://viriciti.com/blog/smart-charging-electric->

buses-the-ultimate-guide/

- [54] 擷取自 CHARGEDEVs 網站，<https://chargedevs.com/newswire/oil-giant-bp-acquires-ev-fleet-infrastructure-specialist-amply-power/>。
- [55] 擷取自  
<https://dy.163.com/article/DMVUMHQ70524R9CD.html?referFrom=google/>
- [56] <https://www.slideshare.net/mixtaiwan/mixtaiwan20180620>。
- [57] 擷取自新聞，  
[https://today.line.me/tw/v2/article/9mNxZr3?utm\\_source=lineshare](https://today.line.me/tw/v2/article/9mNxZr3?utm_source=lineshare)。
- [58] 擷取自手冊，chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.phihong.com.tw%2Fnewcatalog%2F2020-21\_EV\_Chargers\_TW.pdf&cLen=12111682&chunk=true。
- [59] 擷取自美國白宮官方網站，車輛中心整理，  
[https://www.artc.org.tw/chinese/03\\_service/03\\_02detail.aspx?pid=13613](https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=13613)。
- [60] 擷取自《充電與換電：協同發展為新能源汽車續航》研究報告。
- [61] 交通部運輸研究所(107 年)，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。
- [62] 台電公司網站－電力交易平台，  
[https://etp.taipower.com.tw/web/as\\_product\\_introduction](https://etp.taipower.com.tw/web/as_product_introduction)。
- [63] 擷取自車輛安全審驗中心網站，
- [64] [https://www.vsc.org.tw/Home/List/490/複審通過\\_資訊揭露\(最終](https://www.vsc.org.tw/Home/List/490/複審通過_資訊揭露(最終)

版)，最後更新日期為民國 111 年 3 月 24 日。

[65] 擷取自 TRUCKS.COM INTERNATIONAL 網站，

<https://www.trucks.com/2018/05/29/industry-alliance-charging-standard-electric-trucks-buses/>。

[66] BYD Motors Inc. 網站，

[67] <https://en.byd.com/news-posts/press-release-byd-supports-charin-and-its-electric-vehicle-charging-standards/>。

[68] 擷取自 Google map 網站，<https://www.google.com/maps/>。

## 附錄一 訪談欣欣客運會議紀錄





## 附錄一 訪談欣欣客運會議紀錄

**會議名稱：**「電動大客車智慧充電示範計畫訪談欣欣客運會議」

**時間：**110 年 8 月 31 日(星期二)9:30-11:30

**地點：**臺北市文山區木柵路五段 21 巷，欣欣客運木柵站

**出席者：**工研院-張念慈組長、余威論工程師

新動智能-洪翊軒主任、詹嘉文研究員

鼎漢公司-曹晉瑜經理、劉均勵助理規劃師

欣欣客運-張秉純副總經理、邱正宏資訊組長、凌偉成深坑站長、李正豪專員等

車王電子-林勝雄副總經理

**紀錄：**劉均勵

**討論議題：**

- 一、欣欣客運導入電動大客車現況
- 二、深坑站智慧充電導入經驗分享
- 三、車王電智慧充電場站與後續發展方向

**主要結論：**

- 一、欣欣客運臺北木柵站之現況配置

### (一) 車輛營運狀況

1. 目前木柵站有 12 輛電池容量 282kWh(12 個 48Vpack 組)電動大客車，實際運行狀況滿電情況下續航力約為 200km。
2. 配置路線為 66 路，平均日班次 47 班，營運 2 年 10 個月累積載客 1,832,797 人(統計至 110/7/31)。
3. 考量營運現況目前為一車配一充電樁。
4. 未來木柵站將會再持續導入電動大客車，並配合示範計畫申請更新充電樁以發展智慧充電。
5. 目前欣欣客運旗下 6 名人員有參與經濟部輔導之機電維修課程，並透過車王電初步之維養技術移轉，目前電動大客車的初步保養檢修可由欣欣客運處理，透過退輔會尋找有經驗之機電維修人員培養自主維修能力。

6. 欣欣客運目前配有車輛後台管理系統，可即時回傳車輛行駛時的動態資料，與回傳充電樁使用情況。

## (二) 基礎建設

1. 建置車棚雨遮，並配有 167 片 300W 的太陽能板，可提供 50kwh，約每天可有 120~155 度電，並建置智慧儲能櫃，可藉由軟體介接氣象系統預測明天太陽能發電量並實施預充補電。儲能櫃規劃後續可納入汰役電池，目前可儲存 200kWh，搭配太陽能可完全供應場站行控中心、維修、洗車等設備使用。
2. 申請台電之契約容量為 500kW，採三相 22.8kV 高壓供電，除台電提供之高壓用配電站，欣欣客運亦自備變電站，未來預留擴充變電站的位置。
3. 使用飛宏 12 組充電樁，採 DC 直流 60kw 單槍充電，充電規格為 GB/T20234，未支援智慧充電排程。
4. 目前在第 1 號充電樁除連接台電電網，亦連接儲能櫃使用，如有需要白天補電需求則到 1 號充電樁進行補電。

## 二、深坑站智慧充電執行方式

- (一) 目前深坑站導入 22 輛電動大客車，採用車王電子開發之 11 組充電樁，採 DC 直流 120kw 雙槍充電(單一槍為 60kw)，提供智慧排程，且充電規格可支援 CCS1、CCS2 與 CHAdeMO。

- (二) 目前深坑站之充電樁有智慧排程，相關智慧充電事項如下說明：

1. 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，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。
2. 夜間離峰時段 22:30~07:30 間，對應充電時間及發車順序切割為兩個階段分批充電，且可對應契約容量與剩餘 SOC，進行主動式調配充電功率配速(可達到非全功率充電)。
3. 現況智慧充電排程主要對應夜間充電模式，日間由於營運需求變數多(待班維修保養及彈性車班調整)，尚未納入智慧排程，主要為視必要進行日間補電。
4. 設置智慧電錶即時監控場站總用電量，目前採用智慧充電對應契約容量及用電費率，可以有效節省 40%用電費用。

## 三、車王電後續發展規劃

- (一) 車王電目前規劃電池租賃模式，不同於過往將電池作為資產僅能提

供車輛使用約 6 年(廠商所稱)，透過與車王電租賃電池可以提供 6~15 年的電池使用。

- (二) 後續結合汰役電池與儲能櫃應用，可以達到電池梯次應用，結合不同批次的電池做整合應用，提供多元電能供應。



## 附錄二 訪談國光客運會議紀錄





## 附錄二 訪談國光客運會議紀錄

**會議名稱：**「電動大客車智慧充電示範計畫訪談國光客運會議」

**時間：**110 年 9 月 2 日(星期四)14:00-15:00

**地點：**國光客運五股站(新北市五股區成泰路二段 145 號)

**出席者：**工研院-張念慈組長、周歆苹博士、謝又民工程師

新動智能-陳瑄易副教授、詹嘉文研究員

鼎漢公司-曹晉瑜經理、黃品慈助理規劃師、劉均勵助理規劃師

國光客運-陳宏彰副理、五股站站長

艾瑪車輛-黃春福董事長

成運汽車-許銘凱經理

盛星動力-廖耿言經理

**紀錄：**黃品慈

**討論議題：**

一、電動大客車與五股站充電導入現況

二、電動大客車後續導入建議

**主要結論：**

一、電動大客車與五股站充電導入現況

- (一) 國光客運目前已導入 52 輛電動大客車，分別為嘉義市 22 輛車(5 條路線)及新北市 30 輛車(3 條路線，將拓展至 5 條路線)，電池容量為 109kwh。單趟路線約 13~14 km。因應可預期的電動大客車數量將激增，國光已開始尋找設立電動大客車之專用場域。
- (二) 依據國光客運目前針對市區公車的營運型態，電動大客車使用鈦酸鋰電池，其電池安全性較高且符合快充需求，經廠商提供電池健康度報告，充放電達 18,000 次仍可維持 80%以上電量，缺點為能量密度較低。單一電池組電池容量約 28kwh，重量約 500 公斤，因此在車輛總重限制下，需要考量電池容量與快充搭配，預計將開始進行車輛減重計畫。
- (三) 依照目前營運經驗，電動大客車行駛除載客運行耗電外，冷氣使用亦占 3 成；市區運行因道路環境影響，用電效率約 0.8km/kwh，城際運行約可達到 1.1~1.3km/kwh。
- (四) 國光客運五股站目前設置 6 組飛宏 180kw 快充充電樁(GB 規格)，一樁配置兩槍，提供五股站 30 輛車輛充電運用；近期另規劃於五股站設置

2 樁 CCS1(250kw)充電樁進行測試。

- (五) 依據營運需求，車輛設置為三個充電孔，最多可提供三槍同時充電，充電倍率一樁約 1.33C、兩樁約 2.66C。實際營運情況為單槍快充在電池 20%的情況下，充電至 80%約需花費 20 分鐘，兩樁同時充電則需 12 分鐘，三樁同時充電可縮短到 6~7 分鐘。
- (六) 充電樁部分可與雲端連網，即時回傳充電樁使用情況給成運汽車後台及國光客運檢視；現況因考量駕駛里程焦慮問題(每次回廠至下次出車前一定進行充電)，且在調度上尚可透過人工支應，目前尚未導入智慧充電排程系統。
- (七) 目前國光客運於五股站設有維養中心，初步維養作業由盛星動力汽車維養技術人員處理。
- (八) 依照現今電動大客車駕駛之使用習性，即便回廠時 SOC 尚有 70%，亦會因里程焦慮及路況不確定性，依然會將電池充滿。

## 二、電動大客車導入規劃建議

- (一) 現況考量夜間同時充電將造成周邊用戶之電壓下降，故目前建議充電站場域應建置於非市中心；實務上因考量營運調度、轉運站運作特性等因素，後續建議政府建置公共充電站之選擇不要設置轉運站月台，可朝向運輸場站周邊之大型停車場或可用空間。
- (二) 未來國道客運的發展趨勢應該會朝向中距離為主(200km 左右，如台北-台中、台中-高雄)，若要將電動大客車導入國道客運路線，配合中繼點、休息站配置快充且支援多元充電規格之充電樁，以滿足單趟行使用電需求。
- (三) 現行大客車考照筆試「機械常識」題型仍維持柴油車輛機械原理，對於電車基本常識尚未納入，考量後續電動大客車逐年投入營運建議應將基本電車原理納入考題。
- (四) 經濟部工業局線有開設「電動車機電整合工程師」初、中級培訓班，其訓期長達 360 小時，且年齡限制為 15-29 歲之本國待業青年，使得現任職於各客運業者之養護人員無法參與培訓，建議可增設短期實務班並提供相關補助，激勵員工公餘進修，提升電車維養相關技能。
- (五) 建議盡早將充電規格統一，以降低業者及政府後續充電規格轉換之成本及補助支出；並且因應充電站設置不易，建議政府協調公有地釋出或以共同開發的方式設置充電站，方能加速電動大客車導入與普及。

### 附錄三 訪談中興集團會議紀錄

---



### 附錄三 訪談中興集團會議紀錄

**會議名稱：**「電動大客車智慧充電示範計畫訪談中興巴士集團會議」

**時間：**110 年 12 月 28 日(星期二)10:00-11:00

**地點：**中興巴士集團(新北市淡水區中正東路二段 27-7 號 3 樓)

**出席者：**工研院-張念慈組長、朱高弘博士

新動智能-詹嘉文研究員

鼎漢公司-曹晉瑜經理

中興巴士集團-龍貺雲顧問、陳呈光站長、陳永儒課長、林伯歡專員

**紀錄：**黃品慈

**討論議題：**

- 一、電動大客車智慧充電示範計畫說明
- 二、中興巴士集團參與計畫可能性討論

**重點紀錄：**

- (一) 中興巴士集團運行區域包括台北市、新北市和基隆。
- (二) 中興巴士集團目前有 2 個場站，共 20 輛車運行中；但明年(111 年)6 月底前，預估集團總共會導入約 140 部電動大客車；目前正積極與後台業者洽談管理後台的建置。
- (三) 中興巴士集團希望可以即時知悉行駛中的電動大客車 SOC；雖然目前運行中的電巴，都有安裝車機，將 SOC 上傳至交通部運輸研究所後台，但並未傳送至公司後台。
- (四) 目前充電場域規劃為每二車配置 1 充電柱(單柱雙槍型)，每一充電柱最大輸出功率為 120 kW。
- (五) 依據操作 20 部電動大客車的經驗，公司認為充電站的管理需從最前端的電力監控至充電柱(即明確得知從台電公司電網輸入的電力，和最終充入電動大客車的電落差)；此攸關公司的營運成本。
- (六) 公司希望充電柱傳送至後台的數據種類愈多愈好(超出 OCPP 1.6 範圍)
- (七) 因為公司提供的充電場域，為跨客運業者使用，希望智慧充電可以考量商業營運，以利收費計價。
- (八) 團隊建議以一個新場域來進行，可以作更完善的規劃。

**後續發展：**

- (一) 中興巴士集團已經於 12/29 初步回覆，表達參與計畫的意願，且可能

不限於一個場域。

(二) 若接受中興巴士集團參與計畫，團隊需儘快與中興巴士集團展開更詳細技術討論，以調整智慧充電排程系統的發展，納入特定需求。

## 附錄四 充電設備商交流會議紀錄





## 附錄四 充電設備商交流會議紀錄

**會議名稱：**「電動大客車智慧充電管理系統示範場域之建置會議」

**會議時間：**110 年 9 月 13 日(星期一) 10:00-12:00

**會議地點：**交通部運輸研究所 6 樓會議室(臺北市松山區敦化北路 240 號)

**會議主席：**交通部運輸研究所運輸資訊組 吳東凌組長

**會議出席：**交通部運輸研究所、經濟部工業局、財團法人工業技術研究院機械與機電系統研究所、鼎漢國際工程顧問股份有限公司、新動智能股份有限公司、台達電子工業股份有限公司、飛宏科技股份有限公司、起而行綠能股份有限公司(詳如簽到單)

**會議紀錄：**黃品慈

### **討論議題：**

- 一、使用 CCS1 之優缺點及未來發展性
- 二、最適之 CCS1 充電樁功率及場域限制之因應對策
- 三、透過充電樁監測或紀錄電動大客車之可行性及充電樁增設功能
- 四、有關充電發展與智慧充電的議題看法
- 五、參與智慧充電系統示範場域的意願

### **會議紀錄：**

- 一、使用 CCS1 之優缺點及未來發展性

#### **(一)【台達電子】**

1. 按照標檢局規劃 2023 年 1 月 1 日實施公共充電樁需要通過 CCS 認證，且 CCS1 在安全規範、EMC 測試等級相對 GB 規格要求較嚴謹，依照目前發展態勢來看，未來充電介面會逐漸被 CCS1 取代。
2. 就國際發展趨勢，對於更高功率的充電皆是建構在 CCS 架構下，中國大陸也持續與日本討論 GB、CHAdeMO 規格合併，未來也不會是現況的 GB 規格，故為了後續發展，現在轉換為 CCS1 規格算是很好的時機點。
3. 充電樁介面若要由 GB 轉換為 CCS1 在技術上是可行的，主要是增加投入成本的花費，一般會考量直接整樁增設；目前較無接觸過單一車輛電動大客車能同時擁有 GB 及 CCS1 充電規格的案例。

#### **(二)【起而行綠能】**

1. 因目前國內交流充電接頭是採用 SAE(美規)，與 CCS1 的交流充電接頭是一樣的，故若未來發展方向要往 CCS1 充電規格，針對直流交流介面轉換的複雜度較低，因此國內直流充電往 CCS1 發展是順應趨勢。

2. 目前有幫客運業者進行電動大客車充電規格由 GB 改為 CCS1 的案例經驗，將原有之 GB 介面通訊仍保留(並存非共用)，但僅能選擇其中一種規格進行充電；技術上雖可行，但在通訊協定與開發成本上可能均需要考量，通常會擇一設計。

### (三)【飛宏科技】

1. 有鑑於場地限制，客戶大多希望充電方式採用快速充電，另外依照國外(如加州)使用 CCS1 水冷槍之經驗，最高可達 500Ah。
2. 由於臺灣市場不大，故最好能盡快統一充電介面，較有利於業者投入；另外，因無法確定既有車輛將 GB 改為 CCS1，在充電通訊傳輸是否會出現一些不可預期的狀況，故建議現有的電動大客車依然可保留使用 GB 直至屆期，CCS1 則以新的一套方案去執行，對於業者及廠商相對而言是比較穩當的處理方式。

## 二、最適之 CCS1 充電樁功率及場域限制之因應對策

### (一)【台達電子】

1. 目前充電廠商之充電樁功率可達到 350kw-360kw 左右，不過最適之充電功率仍須視各車廠車輛電池設計與各客運業者實際營運需求及模式(如隔夜充、停站即充等)而定。
2. 充電站應設置何種形式的充電樁，及如何配置以達到業者的需求，需與電力公司的電力供給進行搭配；另外站在電力供給及系統的角度來看，充電站不單純只是做為大客車之充電使用，尚可考量涵蓋其他的發展方向，如綠電節能、儲能調度等。

## 三、透過充電樁監測或紀錄電動大客車之可行性及充電樁增設功能

### (一)【飛宏科技】

依照目前與客運業者的使用經驗來看，充電相關資訊會從充電樁傳到中繼平台，整合資料後再提供給交通部運輸研究所平台，後續可朝向將充電相關資料直接從充電樁傳到交通部運輸研究所平台，以降低資料被竊取或竄改之疑慮。

### (二)【台達電子】

1. 因充電樁在充電時都有保留所有原始資料，若對於資料有爭議，可作為資料驗證時比對之用。
2. 充電樁主要依循 OCPP 通訊協定規範，接收車輛端指令進行充電，故功能應用程度主要取決於車端可提供資訊。

### (三)【起而行綠能】

充電樁增設功能應視研究團隊需要什麼資訊而定。

## 四、有關充電發展與智慧充電的議題看法

### (一)【起而行綠能】

智慧充電管理系統與一般充電系統在充電樁本身的功能差不多，主要在於需求端的管理介面，依據不同充電情境，讓排程最佳化來達到使用者的需求。

### (二)【台達電子】

1. 目前已有系統設計方案，提供如台電端電力供應、綠電及儲能相關的能源調度之整廠規劃。若從車輛端的角度看，把要最佳化的目標做調整，就能達到智慧排程；應用上建議可考慮再生能源、儲能等導入未來充電站規劃，讓不同能源來源的智慧調控帶來更大的操作空間。
2. 針對充電型式發展，國際間亦有推動集電弓、無線充電等不同充電型式，以歐洲推動集電弓的方式，是考慮到在公共場域，地面快速充電樁設置有民眾誤觸的疑慮，而集電弓的充電接頭設置在高處，安全上較有保障，且大客車車頂接觸集電弓後即可開始充電，可省下人工充電的成本。

### (三)【飛宏科技】

智慧充電系統可以分為兩個部份看，其一為能源管理，充電樁廠商現況主要可提供電力供應端負載平衡管理，其二為營運面，不同客運業者有不同的排班調度模式，由於充電樁算是被動接受指令，故只要確定排班模式，就可以下達指令給充電樁以達到智慧充電的目的。

## 五、參與智慧充電系統示範場域的意願

### (一)【台達電子】

後續會先針對示範場域的建置須具備什麼條件提出建議並評估是否要參與，另外亦可延伸思考充電場站的商業模式(如藉由儲能系統將多餘的電賣給小汽車)。

### (二)【起而行綠能】

目前已有在協助車輛業者進行充電介面的調整，後續希望也有參與示範場域充電樁的合作機會，會再就參與細節作掌握。

### (三)【飛宏科技】

採開放態度，後續會審慎評估參與的意願。

## 會議結論：

### (一)【運輸研究所】

感謝各位業界翹楚今日與會並分享卓見，還請業者於兩週內回覆參與意願，以利後續設置智慧充電示範場域的參與廠商評估。

**110 年電動大客車智慧充電示範計畫(1/2)-示範系統規劃  
「電動大客車智慧充電管理系統示範場域之建置會議」  
出席人員簽名冊**

時間	110 年 9 月 13 日(星期一)上午 10 時		地點	交通部運研所 6 樓會議室 (臺北市敦化北路 240 號)	
主持人	交通部運輸研究所吳東凌組長		紀錄	陳國岳研究員	
出席人員	單位	職稱	簽名 (正楷書寫, 以利辨識)	備註	
	1	交通部運輸研究所			
	2	交通部運輸研究所			
	3	經濟部工業局			
	4	經濟部工業局			
	5	台達電子工業股份有限公司			
	6	台達電子工業股份有限公司			
	7	台達電子工業股份有限公司			
	8	飛宏科技股份有限公司			
	9	飛宏科技股份有限公司			
	10	飛宏科技股份有限公司			
	11	起而行綠能股份有限公司			
	12	起而行綠能股份有限公司			
	13	起而行綠能股份有限公司			

出席人員	單位		職稱	簽名 (正楷書寫，以利辨識)	備註
	14	財團法人工業技術研究院 機械與機電系統研究所		張含亭	
	15	財團法人工業技術研究院 機械與機電系統研究所		王文心	
	16	財團法人工業技術研究院 機械與機電系統研究所		李敏輝	
	17	財團法人工業技術研究院 機械與機電系統研究所			
	18	鼎漢國際工程顧問股份有限 公司		曹晉瑜	
	19	鼎漢國際工程顧問股份有限 公司		黃品蓉	
	20	鼎漢國際工程顧問股份有限 公司			
	21	新動智能股份有限公司		陳瑄易	
	22	新動智能股份有限公司		洪明軒	
	23	新動智能股份有限公司		廖嘉文	
	24	新動智能股份有限公司			
	25	車輛中心		吳耿賢	
	26	↑		許浩東	
	27	新動智能		曾欽昭	
	28				
	29				





## 附錄五 智慧充電示範計畫專家座談會會議紀錄



## 附錄五 智慧充電示範計畫專家座談會會議紀錄

### 會議名稱：電動大客車智慧充電管理系統專家座談會

時間：110 年 12 月 15 日(星期二) 14:00-16:00

地點：交通部運輸研究所 6 樓運資組會議室(臺北市松山區敦化北路 240 號 6 樓)

出席者：詳簽到表

紀錄：黃品慈

### 討論議題：

- 一、對於導入電動大客車共通規格 CCS1，並由政府端推動設置公共充電站之推動想法與意見？
- 二、就主管機關角度，對於提案方式(交通部訂定提案機制與補助經費、地方政府規劃提案)之看法與支持度？
- 三、兩階段推動機制(小規模試行、正式提案)執行方向建議？
- 四、公共充電站示範場域評估條件與合適場域之想法？

### 論壇紀錄：

#### 一、中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會

- (一)目前採購電動大客車對應之充電樁不同無法互通，不同車輛業者搭配的充電樁都是獨立的，據了解有客運業者同時多達 3 組充電樁並存；目前掌握到的狀況，充電規格不同的問題可藉由共用插頭解決，然通訊協定互通仍有困難。
- (二)目前市場上大部分主流電動大客車充電仍屬大容量電池慢充模式，高雄港都客運採用車型為小容量電池快充，但需配合排班調度在日間時段進行充電，雖以目前電價計算方式來說，日間充電成本約為夜間離峰充電約 1.6~1.8 倍。
- (三)以臺北地區而言，停車空間有限、調度站設置困難度較高的情況下，慢充模式恐無法因應尖峰時段的充電需求，建議未來公共充電場站可導入快充及慢充互相搭配的充電模式；另外在示範計畫審核案中，建議將相關建置規劃列為地方政府配合項目。
- (四)目前電動大客車補助主要針對車輛，希望交通部針對目前有使用電動大客車進行路線營運的營運業者，未來因應充電規格轉換時能適度給予補助。
- (五)前一批新車充飽電原本可以跑 200km，使用 6~7 年後降到 100 多 km，

中途須回場補電，最新一批車充飽電可跑 282km，在預留 SOC 情況下可跑 240~250km，依照過往電池衰退經驗，預期 4~5 年將剩 160~170km，無法滿足一整天的排班調度，故若未來公共充電站建置，對電動大客車補電的效益會有所提升。

## 二、交通部路政司

- (一) 目前交通部推動示範計畫 3 年 500 輛 10 項國產化，主要針對電動大客車的零件(如電池)，既然電池可要求國產化，充電樁設備(如車端充電介面)亦有機會協調相關單位納入國產化要求項目；然因示範計畫截至明年 111 年止，現況示範計畫趕不及納入充電設備補助，建議將充電設備納入 112 年以後電動大客車補助制訂方向之檢討調整事項，以利後續執行。
- (二) 公共充電站的意涵要先界定清楚，是指可以供不同客運業者進行電動大客車充電的公共充電站，還是可以提供不同車種進行充電的公共充電站。議題需先釐清，以利後續在公共充電站示範場域評估中，將客運營運路線納入整體路線規劃中一併思考。看是在建置小汽車公共充電樁時順勢將大客車的需求一起規劃，亦即在搜尋週邊區域路外停車場時增加部分充電樁給大客車使用，或者是直接將大客車充電需求納入公共運輸場站的規劃中，如於轉運站建置時納入大客車的充電規劃。
- (三) 公共充電站又分為兩個層面，若是公有場域的部分，可建置於公有停車場或轉運站，並進行跨運具的使用；若是私有場域的部分，則可將目前客運業者私有場域的充電站公共化，讓不同業者互通使用，並衍生出商業模式。
- (四) 目前智慧充電運作的商業模式尚未建立，例如日夜間收費機制、管理機制等，且充電樁建置的主導單位有待釐清，此部分將會影響後續商業模式發展；不過以現階段電動大客車推動，推廣期間地方政府與客運業者為合作夥伴關係，故地方提案應納入對於電動大客車充電之相關規劃(充電場域選擇、用電申請協調、公共充電站規劃設置...)

## 三、台灣電力公司配電處

- (一) 目前 V2G 技術發展上，CHAdemo 已可達到，CCS1 則尚未達到 V2G 的技術應用，推動 CCS1 充電介面規格仍需要一段時間才能達到 V2G 的應用。
- (二) 客運業者可透過儲能櫃進行電能傳輸分配，另外台電預計於明年推出電動車專用時間電價，拉大尖離峰價差，相對能降低流動電費費率，藉此激勵客運業者利用離峰時段進行充電。
- (三) 依照推想情境針對 2025 年電網負荷量做過調查，電動大客車用電需求對於電網僅占比 7%，若搭配 EMS 能源管理系統，能有效控制剩於電量

與充電功率(如電量剩 70% 充慢一點、40% 則充快一點)，故未來公車全面電動化對電網負荷不會造成很大的影響。

(四) 國內目前充電樁通訊協定是採用荷蘭 OCA 聯盟，希望未來能導入 OCPP 通訊協定以進行品質控管。

#### 四、國立陽明交通大學運輸與物流管理學系

針對未來發展部份想請教，因目前電動大客車電池技術不夠好，若使用 V2G 雙向充電對電池穩定性是否會產生影響？另外針對充電示範場域試行是否要導入 V2G 技術？

#### 五、公路總局運輸組

(一) 在進行充電介面規格從 GB 轉換為 CCS1 或 CCS2 時，可能會遇到兩個問題，其一為目前快充轉接頭的標準，其二為相容性問題，若無法解決，是否可以考慮設計轉換接頭來因應？

(二) 在提案計畫部分，針對交通部 2030 市區公車電動車執行計畫策略三「完善電能補充基礎設施」應由經濟部為主要輔導單位，其在先導運行計畫已有針對電動車進行推廣；而在經費補助部份分為兩套，地方政府補助市區公車會涉及財力分級的問題，若補助公路客運則是針對業者，自民國 105 起開始推動轉運站，就是將公路客運及市區公路補助款進行整合。而公運計畫補助部份，是針對車體與車內設施，未針對車體外的設施進行補助。

(三) 在公路總局前瞻基礎建設下的城鄉建設中，有增設停車場須預留充電樁硬體建置空間，另外於今年度(民 110 年)公共運輸服務升級計畫中，針對轉運站建置有預擬要留設充電樁的空間，而無論是在停車場還是轉運站，針對預留的充電樁空間，皆會產生以下議題：

1. 預留的充電樁空間要多少？且未來充電樁會導入快充還是慢充模式亦將影響車輛周轉率。
2. 充電樁能服務多少的路線與車輛？建議可於花蓮轉運站(預計於民 111.03 營運)及基隆轉運站開始思考。

#### 六、交通部運輸研究所

(一) 因應未來政策發展，電動大客車會朝向共通規格發展，希望藉由本次座談會向各界專家商討，期能縮短轉換的陣痛期。

(二) 由於電動大客車車輛營運特性，配合班次調度可能集中在特定時段充電，藉由智慧充電系統可以降低部分區域電網可能產生之衝擊影響，本所目前辦理電動大客車智慧充電示範計畫，希望預先開始針對相關運作方式進行研究，以利及早做規劃。

## 七、財團法人工業技術研究院(回應)

- (一) 建議交通部在充電樁相關補助應納入第三方檢測單位驗證車樁通訊相容性，不過這個項目就 VSCC 可能較難執行，因他們的執行做法是要與國際接軌，然現況國外尚未將車輛通訊相容性納入型式認證範圍，亦無車樁通訊相容性不相容的情況，原因為目前國外充電樁廠商為了銷售，會盡可能調整充電樁端與車樁介面，使其可與車輛(主要是小客車)對接，故國外不需要第三方檢測單位測試的程序。當然如果 VSCC 可以加入車樁通訊相容性的驗證，未來客運業者在買車時，將不會受到特定車款綁訂特定車樁的限制，可以選擇性價比較高的充電樁廠商，此部分需要看後續驗證規範推動方向。
- (二) 歐洲部分車廠明年會試行 CCS2 的 V2G 技術，故推測 CCS1 的 V2G 兩年後應可行。另外針對車端 V2G 技術，僅要進行軟體改寫即可，對於充電樁端而言，則需更改樁內模組為雙向模組。
- (三) 參考國外 V2G 發展，並非把 V2G 當成每日能量填補的機制，而是電網出現問題時的供電救急措施；現況日本 NISSAN 電動車款 Leaf(電容量 20 度電)有開放 V2G，但有訂定準則如每日只能導入 5 度電。
- (四) OCPP 為公開協議而非法規，因此標檢局對於納入充電設備檢驗標準存有疑慮，故建議可先把 OCPP 轉換成試行的暫行標準。至於對於 OCPP 納入 CNS 標準要如何驗證則尚在討論中。
- (五) 藉由轉接頭進行充電規格的轉換(CCS1→CCS2)，好處為不會受限任何介面，進而提高稼動率，然針對使用轉接頭出問題之責任難以釐清，故目前充電聯盟尚未將充電轉接頭作為推動協調方向。

## 八、新動智能股份有限公司(回應)

- (一) 從技術面角度探討公共充電站議題，實際上在充電場域建置時會先規劃路線，預先知道該場域會導入哪些大客車，並對應調度需求擬定充電模式，而在本計畫的場域建置最佳化規劃中，會先請客運業者提供基本參數，如營運路線班表、車輛數、車輛用途(長/短途)、電池容量等資訊，在場域空間有限的情況下，最佳化系統會依照客運業者需求算出最佳的充電模式(如導入幾枝快充幾枝慢充)，並搭配智慧排程提高稼動率。
- (二) 而在公共充電站商業模式構想部分，客運業者可藉由智慧充電排程系統，降低初期充電站建置成本(降低充電樁導入數量)，另外搭配政府對於公共充電站的推動政策，讓客運業者在車輛購買之電池選擇上，可以較有彈性。

## 九、台灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟(回應)

- (一) 「臺灣電動車輛電能補充產業技術推動聯盟」目前正在研擬將國內汽車

充電介面朝向共通規格 CCS1+N 的方向發展，最晚於今年底大會確認公佈。

(二) 目前國內電動大客車市場上之 6 家車廠同意推 CCS1，現況亦有一家充電樁廠商在協助車廠改充電介面接頭。

#### 十、鼎漢國際工程顧問股份有限公司(回應)

針對公共充電站的議題，最早是站在客運業者私人調度站使用上會遇到的問題為出發點進行發想，對應後續充電規格一致後，為了讓大客車的充電需求可以被滿足，站在客運路線排班調度的前提，部分充電樁在離峰時段會有閒置的狀況，因此才衍生出公共充電站的議題，若未來整體發展可以用商業模式運作的話，則充電樁閒置時間可以有更多的加值服務，如可以增加其他運具的運用(如遊覽車、小汽車等)。

#### 會議結論：

##### 【運輸研究所】

- 一、理解礙於現行體制，交通部公運計畫與電巴示範計畫較難提供經費支援，112 年以前仍以小規模試行方式或協調地方政府與業者尋求具亮點的場域(如轉運站)。
- 二、感謝交通部協助，希望於 12/17 電動大客車示範計畫評選時將相關議題向地方政府提出，以利團隊後續媒合洽談私人場域智慧充電實證與公共充電站設置。





## 附錄六 計畫期中報告審查意見回覆辦理情形



## 附錄六 計畫期中報告審查意見回覆辦理情形

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
鄭榮和委員	1. 請補充報告摘要與進度甘特圖。	將會於後續報告內容補充摘要與進度甘特圖之呈現與說明。	同意承辦單位處理情形
	2. 請補充敘述各充電系統之優缺比較。	將會補充 CHAdemo 系統的優缺點於期末報告內容。	同意承辦單位處理情形
	3. 請加強說明此計畫之完成後可能造成的效益及影響。	本計畫擬藉由智慧充電示範計畫推動，掌握電動大客車隊於特定場域進行充電時包括電網調控、充電設備設置和最有效使用之最佳充電排程效益實證，進而提供電動大客車大規模推動時之充電課題解決方案參考。 目前為本計畫第一年期，初步就客運業者私有場域導入智慧充電排程進行效益模擬實證，做為第二年期擴大推動之應用。	同意承辦單位處理情形
陳勁甫委員	1. 營運特性會影響充電使用需求，因此請釐清此計畫所設計規劃之智慧充電系統的使用對象與營運特性。	本計畫場域建置最佳化主要對象將提供客運業者或公部門於私人或公家場域建置規畫設計階段，依照使用需求、系統規格進行建議，提供一個最佳的場域配置規劃，降低系統建置成本。 本計畫智慧充電排程系統主要針對客運業者或營運商於服務商轉階段，針對電動大客車依照車輛狀態、契約容量、充電規格等限制下進行最佳充電排程管理，提升充電樁稼動率及能源使用效益。	同意承辦單位處理情形
	2. 請釐清此智慧充電系統的營運驗證方式，是為單一公司場域驗證亦或是場域內多家客運業者各自驗證。	目前第一年度計畫以私人場域多家客運業者展示研發成果(現階段以中興巴士北士科站作為示範場域)。其中。各客運業者共同使用管理平台(由裕電提供)，因此可同時進行智慧排程管控。	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
陳勁甫委員	3.請釐清所謂「電動大客車車隊的充電最佳化」是針對何者而言，是指平台管理者、客運業者、車廠或是駕駛。	本智慧排程系統提供兩項人機介面：1)後台管理 UI 及 2)駕駛員 APP，後台管理 UI 主要提供客運行控人員及場站管理員進行場域資料設定、資料更新及系統監控使用。	同意承辦單位處理情形
	4.請確認此計畫設計之充電 APP 是要顯示在何處，是指駕駛手機還是場站之充電樁。	充電 APP 將以顯示電池資訊及充電樁編號等即時訊息於進站前提供給駕駛知道，本計畫初步將以平板電腦方式呈現。主要為顯示作用，避免司機操作該 APP 系統，降低危險性。	同意承辦單位處理情形
	5.智慧充電排程之文獻回顧部分需集中說明與此計畫之直接相關，並導引至此計畫最終產出(充電最佳化)之重要性。	國外智慧充電排程發展方向仍以小汽車為主，鮮少針對電動大客車充電排程案例，但不論導入車種之智慧充電應用層面均有參考價值，故相關案例亦納入資料蒐集範圍。會於文獻回顧部分增加結論，藉以導引本計畫最終產出(智慧充電系統)之重要性。	同意承辦單位處理情形
	6.充電技術日新月異，是否有考慮到各種新技術之可能發展方向與未來相容性？	充電技術目前發展趨勢主要有二：(1)更高功率充電；(2)自動化充電，雖然充電實體連接介面可能會有所不同，但充電通信仍將會沿用，故未來仍可相容。	同意承辦單位處理情形
	7.建議了解交通局的想法，以利歸納對中央政策之建議時會較周延。	本計畫已於 2022/03/09 召開地方說明會，與六都交通局及彰化縣工務處溝通掌握公共充電示範場域的意見看法。	同意承辦單位處理情形
	8.續推動統一規格的情況下，現況已導入 GB 充電標準的車輛是否有因應做法？	目前已經有廠商提供將 GB/T 轉換為 CCS 的方案，但由於會衍生額外轉換改裝費用，建議政府提供額外補助，將會於後續報告內容補充說明做法。	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
張舜清委員	1. 報告的呈現方式須重點並具體地描述完成之工作與過程之挑戰。	將會於期末報告內容補充完成之工作與過程之挑戰說明。	同意承辦單位處理情形
	2. 請加強說明此計畫對充電標準之推動策略。	將會於期末報告內容補充說明推動策略。	同意承辦單位處理情形
	3. 交通部於電動大客車示範計畫審查中已初步取得業者承諾配合後續智慧充電推動，建議在後續智慧充電場域運作可盡量結合示範車隊，達到加乘效果。	期末階段本計畫已安排說明會及提供意願調查表，與六都交通局及電動大客車示範計畫核定縣市溝通掌握客運業者進駐及智慧充電場域合作意願，以利後續計畫推動。	同意承辦單位處理情形
	4. 請加強說明此智慧充電系統該如何協助國內的電動大客車業者，以及它們實際可採取的措施。	本計畫所開發之場域建置最佳化軟體可提供國內電動大客車業者於場域規劃階段快速及簡易的依照未來場域空間、營運需求、巴士規格及契約容量簽訂等資訊並搭配最佳投資效益或節能效益，設計建置最佳之場域，客運業者須提供充足的場域資訊給計畫團隊，充足的資訊將有助於最佳化設計的成效。另外，於營運階段，客運業者可採用本團隊所開發之智慧充電排程軟體，進行充電管控，提升充電稼動率、進一步降低營運成本。客運業者將協助建置後台硬體系統、告示牌及相關硬體建置，本團隊可將軟體安裝於場域管理系統或雲端管理系統中進行調度排程。	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
張舜清委員	5.請確認示範場域評估項目中有關場域電力盤點是否完整或有部分場域待確認。	部份場域的電力仍待盤點確認，將會於期末報告內容補充說明。	同意承辦單位處理情形
	6.建議計畫成果可以建立成一標準化之(智慧充電系統)規劃程序指導文件，作為後續政策推動參考。	遵照辦理，團隊將於相關軟硬體系統開發完整後，提出相關標準化之系統建置程序指導文件，供後續政策推動有明確之依據。	同意承辦單位處理情形
	7.建議後續公共充電示範站的選擇可以考量運輸場站或與不同運具(例如小汽車)結合，可進一步與地方主管機關溝通掌握推動方向。	本計畫已於 2022/03/09 召開地方說明會，與六都交通局及彰化縣工務處溝通掌握公共充電示範場域的意見看法。	同意承辦單位處理情形
許文賢委員	1.建議期末報告以表格列出政府公部門、客運業者、充電設備廠及車廠之重要參數，才能呼應 P.119 中有關最佳化充電排程策略應用參數。	遵照辦理，會將合作示範場域之相關資料、系統規格等明確標示於期末報告中。	同意承辦單位處理情形
	2.請再深入評估現行電巴充電系統由 GB 轉換到 CCS 的成本與可能遭遇的困難。	將會於期末報告內容補充說明 GB 轉換到 CCS 的成本評估與可能遭遇的困難。	同意承辦單位處理情形
	3.有關報告書中圖說的敘述(圖 2.3.4)及部份別字(如 p.101	後續報告將會完成內容勘誤與修正。	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
	車輛“店”能、 p.77 CCS 比 “土”)再請勘誤。		
	4.建議可再補充公用 充電場域之評估指 標，並應於事前聽 取公部門主政單位 的意見。	本計畫已著手進行公共充電場 域評估方向，會再與相關單位溝 通掌握意見。	同意承辦單 位處理情形
郭重佑委員	1.建議計畫考量電能 補充系統 111 年電 動大客車示範計畫 車輛國產化之相關 政策，可納入後續 計畫推動考量。	敬悉，本計畫持續追蹤相關政 策，納入後續計畫推動參考。	同意承辦單 位處理情形
	2.建議納入國內外對 於電動車充電設備 相關補助之作法及 資料整理。	遵照辦理，本計畫蒐集國內外對 於電動車充電設備相關補助之 作法，整理納入期末報告。	同意承辦單 位處理情形
	3.報告中電動大客車 導入數量更新日期 為 110 年 11 月 26 日，目前數量已有 變更，請把資料搜 集的部分配合更新 到最新日期之狀 況。	遵照辦理，本計畫會將電動大客 車導入數量進行更新至 111 年 3 月並納入期末報告中。	同意承辦單 位處理情形
	4.請加強關於公共充 電示範站之設置探 討。	遵照辦理，現況國外資料蒐集鮮 少針對公共充電場域的相關議 題探討，針對國內公共充電示範 場域的設置探討，已於期末階段 藉由地方政府說明會與六都交 通局溝通與蒐集後續公共充電 站運作之相關看法。	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
主席	1. 本計畫成果如何讓縣市政府與客運業者接受並落實才是真正關鍵，因此請研究團隊務必注意電動公車營運實際各項主客觀配合條件。	敬悉，本計畫在智慧充電示範場域推動上，積極與參與示範場域之客運業者及縣市政府溝通，於各階段掌握營運相關之主客觀條件，盡可能使計畫方向務實可行且具參考價值。	同意承辦單位處理情形
	2. 請研究團隊注意在充電最佳化模式中的限制條件（例如客運業者排班班表、台電電力供應、充電場站面積、可設置充電樁數量等），必須在所有限制條件都滿足的條件下，才能找尋模式最佳化目標（最小用電成本）。	敬悉，本團隊針對場域建置最佳化前，皆有針對班表、電力系統、場域資訊(含空間、充電樁擺放方式等)，依照客運業者或公部門經費限制條件進行設計規劃，提升投資效益及降低後期營運成本。	同意承辦單位處理情形
運輸資訊組	1. P.40 表 2.1.4 不同電動大客車電池容量及其車樁比調查表，請補充標示調查資料時間。	會將欣欣客運及國光客運訪談調查時間補充於期末報告中。	同意承辦單位處理情形
運輸資訊組	2. P76~P85 相關圖表名稱請在檢視修正，如表 2.2-1 CCS VSGB/T 比較表請改為 CCS VSGB/T 規格與接頭形式比較表。	遵照辦理，將於後續報告修正。	同意承辦單位處理情形
	3. 充電技術介紹請補充交流充電系統。	遵照辦理，相關內容會補充於期末報告。	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
運輸資訊組	4.請加速執行訪談經濟部工業局、臺灣電力公司以及國內電動大客車充電業者，另已訪談之中興與欣欣等客運業者之相關紀錄請納入附錄。	本計畫已於 2021/12/22 台灣電動大客車充電規格交流會議中訪談工業局、台電、電動車廠商及充電業者等，並將會補充說明於期末報告。	同意承辦單位處理情形
	5.示範充電場域選址部分還請盡快收斂，以利後續執行場域規劃與建置之作業。	本計畫已於期中審查階段確認示範場域選址，將會遵照意見加速辦理場域建置作業。	同意承辦單位處理情形
	6.請補充說明六都市政府目前針對公營充電場域規劃。	本計畫已於 2022/03/09 召開地方說明會，與六都交通局及彰化縣工務處溝通掌握公共充電示範場域的意見看法，相關意見與後續訪談成果納入期末報告。	同意承辦單位處理情形
	7.110 年交通部電動大客車示範計畫已於 110 年 12 月評選完成，請將相關結果補充報告書。	遵照辦理，110 年電動大客車示範計畫評選結果將會補充於期末報告。	同意承辦單位處理情形
	8.P107 表 2.5-1 相關專有名詞請增加說明。	遵照辦理，會將說明補充於期末報告書。	同意承辦單位處理情形
	9.請後續釐清本計畫軟體/系統平台之必要需求與展開架構，以及延續型之可能需求，以利收斂評估整體建置作業時程與費用估算。	敬悉，本團隊將於期末報告書中明確規劃出本計畫所開發之軟體/系統平台之架構及需求說明，以利後續相關場域建置所需時程及經費預估。	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
	10. 開發軟體請說明所使用軟體及介面，並以客運業者管理層面繪製流程圖。	敬悉，本團隊將於期末報告書中明確展示本計畫所開發之軟體/系統平台之後台介面，並詳細繪製相關管理及控制流程圖。	同意承辦單位處理情形
主席結論	1. 請盡速與六都交通局及台電公司針對公共充電站進行訪談，以加速第二段公共充電站規劃的辦理作業。	遵照辦理，本計畫已於2022/03/09召開地方說明會，與六都交通局及彰化縣工務處溝通掌握公共充電示範場域的意見看法；另本計畫於2021/12/15專家座談會時已邀請台電公司配電處先進與會，針對公共充電站與智慧排程之重要性進行交流，後續對應地方政府公共充電站推動上遭遇之用電議題，亦會持續協助與台電溝通可行做法。	同意承辦單位處理情形
	2. 審查會議各委員及各單位研提之口頭及書面意見，請工研院團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	本計畫已整理回覆此「審查意見處理情形表」，並將逐項於後續報告內容補充及修正。	同意承辦單位處理情形
	3. 本案於期中審查的內容及進度尚符合整體合約規定，因此本次期中審查會議通過。	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

## 附錄七 公共智慧充電示範場域規劃推動地方政府 說明會



## 附錄七 公共智慧充電示範場域規劃推動地方政府說明會

會議名稱：公共智慧充電示範場域規劃推動地方政府說明會

時間：111 年 3 月 9 日(星期三)10:00-11:30

地點：視訊會議

出席者：臺北市政府交通局、新北市政府交通局、桃園市政府交通局、臺中市政府交通局、彰化縣政府工務處、臺南市政府交通局、高雄市政府交通局

列席者：交通部運輸研究所運資組、台達電子工業股份有限公司、飛宏科技股份有限公司、起而行綠能股份有限公司、財團法人工業技術研究院機械與機電系統研究所、鼎漢國際工程顧問股份有限公司、新動智能股份有限公司

紀錄：黃品慈

### 討論議題：

- 一、與會地方政府對於轄管客運業者充電站設置狀況掌握
- 二、對於導入電動大客車共通規格並由地方政府投入設置公共充電站之推動想法
- 三、與會地方政府對於公共充電場域建置初步規劃方向
- 四、對於公共智慧充電示範場域之推動想法與參與意願

### 討論內容：

#### 一、地方政府意見表達

##### (一) 臺北市交通局(公運處尚錦堂副處長)

1. 由於臺北市現況市區電動大客車營運特性多為日間營運，並在夜間充電，為讓智慧充電在日間補電時發揮效益，在考量調度站高壓充電樁設置可行性前提下，建議可以尋找日間尖離峰差距大的路線。
2. 目前交通局有提出至少 7 處以上的場域申請(包含私人與公有)，但部分場域因受限於場域條件，在向台電申請高壓用電遭遇困難。
3. 現況客運業者使用不同的車款，充電規格無法共用，另就現況從 GB 介面改為 CCS 介面，客運業者意願較不高。
4. 建議由政策要求與引導轉變，如在電動大客車申請規範中納入充電介面規格要求。
5. 現況受限於公路總局單一年度的補助額度，受補助之車輛與路線較難一次到位，建議後續電動大客車申請能與公共充電場域規劃建置包裹辦理，公共充電場域的設置推動方能發揮效益。



(二) 新北市交通局(文字留言)

1. 新北市與臺北市在電動公車推動上碰到相似的問題，現況各業者的充電設備皆不同無法互通，場站與路線的配置須符合電動大客車相關運行方式才能因應。
2. 在公共充電站的推動上，後續需要再更細的盤點各地點用電容量及路線搭配相關資料。

(三) 桃園市交通局(公共運輸科陳凱斌先生)

1. 目前桃園市面臨的問題是，於 101 年以來初期導入之電動大客車，因營運成效不彰(電池衰退問題)，導致客運業者對於電動大客車營運的信心不足，故投入意願不高。
2. 現況桃園市交通局未針對公共充電場站進行相關規劃，目前的充電場站皆屬於客運業者的私有的調度站。
3. 未來智慧充電場站建議須考量充電安全性。

(四) 臺中市交通局(公共運輸及捷運工程處許正工程師)

1. 臺中市目前正積極評估於轉運節點處設置公共充電站，規劃於海線-梧棲用地(基地面積約 9,357 平方公尺)預計提供 40 支充電樁、80 席位數；於市區-臺中車站北轉運中心用地(基地面積約 6,781 平方公尺)預計提供 6 支充電樁、12 席位數。
2. 對於後續示範場域的推動，中央政府是否會有相關補助？

(五) 彰化縣工務處(駐府單位代表)

1. 彰化縣政府規劃未來於二林轉運站建置電動大客車公共充電場站，並設置 2 座公共充電樁，充電規格有待商確，希望能夠朝向一致。
2. 彰化客運與員林客運預計會分別在各自的維修保養廠建置充電樁，目前兩家業者的充電樁規格是不一致的。

(六) 臺南市政府交通局(文字留言)

1. 目前充電場站皆為客運業者私有地，尚未有公有充電場站之規劃。
2. 臺南市有於客運業者私有場域並與本計畫結合進行公共充電站之合作意願。
3. 後續是否會提供意願表予本府做進一步評估？

(七) 高雄市政府交通局(運輸設施科王偉哲科長)

1. 高雄市目前有三家使用電動大客車的客運業者，車輛數約 200 輛，皆在私有場域進行充電作業。
2. 高雄市目前沒有規劃公共充電場域，但未來配合鐵路地下化，民國 113 年時車站附近用地(車專二、車專三)分別將規劃為國道及市區客

運轉運站，屆時將會委外建置經營，並規劃公共充電樁。

## 二、充電樁業者意見表達

### (一) 台達電

1. 目前國際市場上，充電站的主流規格為 CCS1 與 CCS2。
2. 針對公共充電站未來可能開放對外營運，其營運模式或充電服務是由地方政府或其他單位權責管理？

### (二) 飛宏科技

1. 針對電動公車應該朝向 CCS1 的充電介面規格統一。
2. 建議充電站應朝向建置大功率充電樁，如 350kw~360kw。
3. 對於充電場站的建置需以客運業者的營運為主。

### (三) 起而行綠能

1. 目前配合公共充電場域，起而行的產品規格皆可以配合。
2. 如何讓公共充電場站在考量不同業者的排班規劃前提下，讓智慧充電的效益最大化？

## 三、計畫單位回應說明

- (一) 公共充電場域的設置為短時間充電非給特定對象長期占用，主要會建議設置在轉運站或是臨時停靠站，充電樁可朝快充設計但數量不需要太多，對於單一場域的電量需求不會需要太多，敬請各地方政府盤點設置場域的條件再提供相關資訊。
- (二) 電動大客車技術發展相對初期推動已經穩定許多，對於目前示範計畫申請車輛的品質有信心的。
- (三) 舊有電動大客車在私有調度站要採用 GB 規格充電沒有問題，但後續就公共充電場域會建議採用符合趨勢的 CCS1 介面規格，舊有車輛亦可透過通訊模組的調整進行改善，目前市場上已有業者可提供調整作法。
- (四) 除目前市區公車車型外，車輛業者也逐步在開發符合國道客運使用之車型，未來針對中長程距離的移動，短時補電的公共充電場域將有更明顯的需求。
- (五) 除公有用地外，若地方政府的推動方向希望朝結合多個客運業者及營運商共同使用單一調度站空間做 OT 委外營運，也可納入推動方向評估。
- (六) 有關將充電規格納入電動大客車申請規範及公共充電樁設置與電動大客車路線包裹考量，會再將相關意見反映給公路總局，視政策推動情形滾動檢討調整補助作業要點。

## 四、主席結論

- (一) 由於現況充電場域高壓電饋線申請較為困難，因此建議可以先就現有的

轉運站或臨時調度站做為優先設置，並因應調度需求(半小時內快速補電)前提設置快充樁數量。

- (二) 針對充電規格的部分，舊有的車輛仍採用 GB，因應政策未來將會統一充電規格，再請地方政府鼓勵業者將舊有車輛改為符合公共充電站的充電規格。
- (三) 後續會提供公共充電示範場域參與意願調查表給各地方政府，後續評估洽談合作示範場域對象，進一步溝通建立可行之公共智慧充電營運模式規劃與示範運行。

散會(11 時 30 分)

公共智慧充電示範場域規劃推動地方政府說明會  
會議簽到紀錄(框選處為外部與會單位代表)：

10:34	已在會議中 (21)	曹晉瑜 (來賓) (來賓) 出席者	
PH	Pin-Tzu Huang (來賓) 出席者	游子慶 出席者	
台	台南市公共運輸處 (來賓) (來賓) 出席者	新北市交通局 (來賓) (來賓) 出席者	
朱	朱高弘 已開始錄製	新動_詹嘉文 (來賓) (來賓) 出席者	
巫	巫文心 召集人	運輸資訊組 出席者	
桃	桃園-陳伊萱技士 (來賓) (來賓) 出席者	彰化縣政府 (來賓) (來賓) 出席者	
桃	桃園-陳凱斌 (來賓) (來賓) 出席者	臺中市政府交通局 (來賓) (來賓) 出席者	
起	起而行綠能股份有限公司 出席者	臺北市公共運輸處 (來賓) (來賓) 出席者	
高	高雄市政府交通局 (來賓) (來賓) 出席者	J朱 JAMES.CHU 朱奎丞 出席者	
張	張念慈	L王 Leslie_Wang 王俊傑 出席者	
		R沈 Ricky_Shen 沈柏江 出席者	
		T楊 TONY.CL.YANG 楊政霖 出席者	

**附錄八 計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、  
學術研討會**



## 附錄八 計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會

以”Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies for Electric Bus” 為 題 投 稿 2022 INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIERARCHICAL GREEN ENERGY MATERIALS, 2022/1/17~18, National Cheng Kung University (NCKU), Taiwan。投稿期刊摘要:

2022 International Conference on Hierarchical Green Energy Materials (2022HIGEM)  
Jan. 17 – Jan. 18, 2022, Tainan, Taiwan.

**Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies for Electric Bus**

SYUAN-YI CHEN<sup>1,2</sup>, CHIA-WEN CHAN<sup>2,\*</sup>, YI-HSUAN HUNG<sup>2,3</sup>, CHUNG-MOU LIN<sup>2</sup>, SHENG-YUAN LING<sup>1</sup>, YU-CHENG TSOU<sup>1</sup>, YU-HONG LIU<sup>1</sup>, SAN-JIANG HWANG<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan  
<sup>2</sup>Neopower Technologies Company Limited, Taipei, Taiwan  
<sup>3</sup>Undergraduate Program of Vehicle and Energy Engineering, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

\*addison0827@gmail.com

In this decade, the technological development of electric buses is growing rapidly to implement the idea of promoting the sustainable development of the environment and the green transportation policy. With the growth of the number of electric buses, the existing charging station equipment must be able to meet the charging needs of a considerable number of electric buses in the near future. However, limited by the finite space of the parking lot in the city and the high construction cost of charging equipment. How to use the limited charging equipment to meet the charging needs of a large number of electric buses in a specific area becomes a key factor in the overall operational efficiency. Therefore, the objective of this study is to develop a platform to manage the electric bus charging schedule for specific electric bus parking areas. To ensure that each electric bus can complete the charging action and every driving route, the platform can allocate the charging power and the charging schedule for each electric bus in real-time according to parameters of each electric bus, for instance, the state of charge (SOC), the power demand, the distance to the station, etc. Moreover, the amount of charge can satisfy the subsequent power demand. In order to ensure that the various parameters have an appropriate degree of influence on the charging schedule, this system also cites the Entropy method, which can adjust the weight of each parameter dynamically, so that the performance of the allocation of charging power and charging schedule can be more efficient. After the simulation and test, the Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies mentioned in this study can indeed effectively manage the charging and discharging of electric buses in specific areas.

**Keywords:** *Electric bus, optimization, charging and discharging, entropy*

**References:**

- [1] W. Zheng, X. Xu, L. Fan, Y. Jiang, J. Wu, and P. Yang, "An orderly charging strategy of electric vehicles based on TOPSIS," in 2021 4th International Conference on Energy, Electrical and Power Engineering (CEEPE), Chongqing, China, Apr. 23-25, 2021, pp. 940-945.
- [2] A. Bagherinezhad, A. D. Palomino, B. Li, and M. Parvania, "Spatio-temporal electric bus charging optimization with transit network constraints," *IEEE Trans. Industry Applications*, vol. 56, no. 5, pp. 5741-5749, Sep. 2020.
- [3] H. Wang, W. Wu, Y. Li, C. Chen, and X. Xu, "Refined charging strategy for electric buses based on data-driven," in 2020 International Conference on Electrical Engineering and Control Technologies (CEECT), Melbourne, VIC, Australia, Dec. 10-13, 2020, pp. 1-7.
- [4] D. Zhou, Z. Ren, K. Sun, and H. Dai, "Optimization method of fast charging buses charging strategy for complex operating environment," in 2018 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Beijing, China, Oct. 20-22, 2018, pp. 1-6.



大會回覆之接受函:

承蒙您對 “2022 INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIERARCHICAL GREEN ENERGY MATERIALS (2022HIGEM)” 之踴躍參與，不勝感激。我們很榮幸通知您的論文 “Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies for Electric Bus” 經審查後「接受發表」，謹以此信函誠摯邀請您前來參加會議及海報論文發表。

論文編號：OT016

發表型式：海報發表

論文題目：Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies for Electric Bus

作者：CHIA-WEN CHAN

提醒您記得於 2021 年 12 月 30 日前完成註冊及繳費，已完成者敬請忽略本訊息，感謝您的協助。並且於 2022 年 1 月 7 日前 email 至 [higem@ncku.edu.tw](mailto:higem@ncku.edu.tw) 繳交論文海報 PDF 檔案（尺寸:A0），檔案名稱為論文編號。

註冊網址：<https://reurl.cc/2o5vdX>

如有任何問題，歡迎聯繫我們。電話：(06)275-7575#34256

Thank you for submitting an abstract to present at 2022HIGEM. On behalf of the Organizing Committee, I am delighted to inform you that your abstract has been accepted for poster presentation at the Conference.

Poster NO.: OT016

Topic: Post Presentation

Poster Title: Optimal Charging and Discharging Scheduling Strategies for Electric Bus

Presenting Author: CHIA-WEN CHAN

Please remember to register online and make the payment before Dec. 30<sup>th</sup>, 2021. And email your PDF poster to [higem@ncku.edu.tw](mailto:higem@ncku.edu.tw) before Jan. 7<sup>th</sup>, 2022. (Size: A0), file name is your poster Number.

Poster Registration: <https://reurl.cc/2o5vdX>

\*Thank you very much. If you have any further queries, please do not hesitate to contact us. (06)275-7575#34256

## 附錄九 計畫重要成果海報

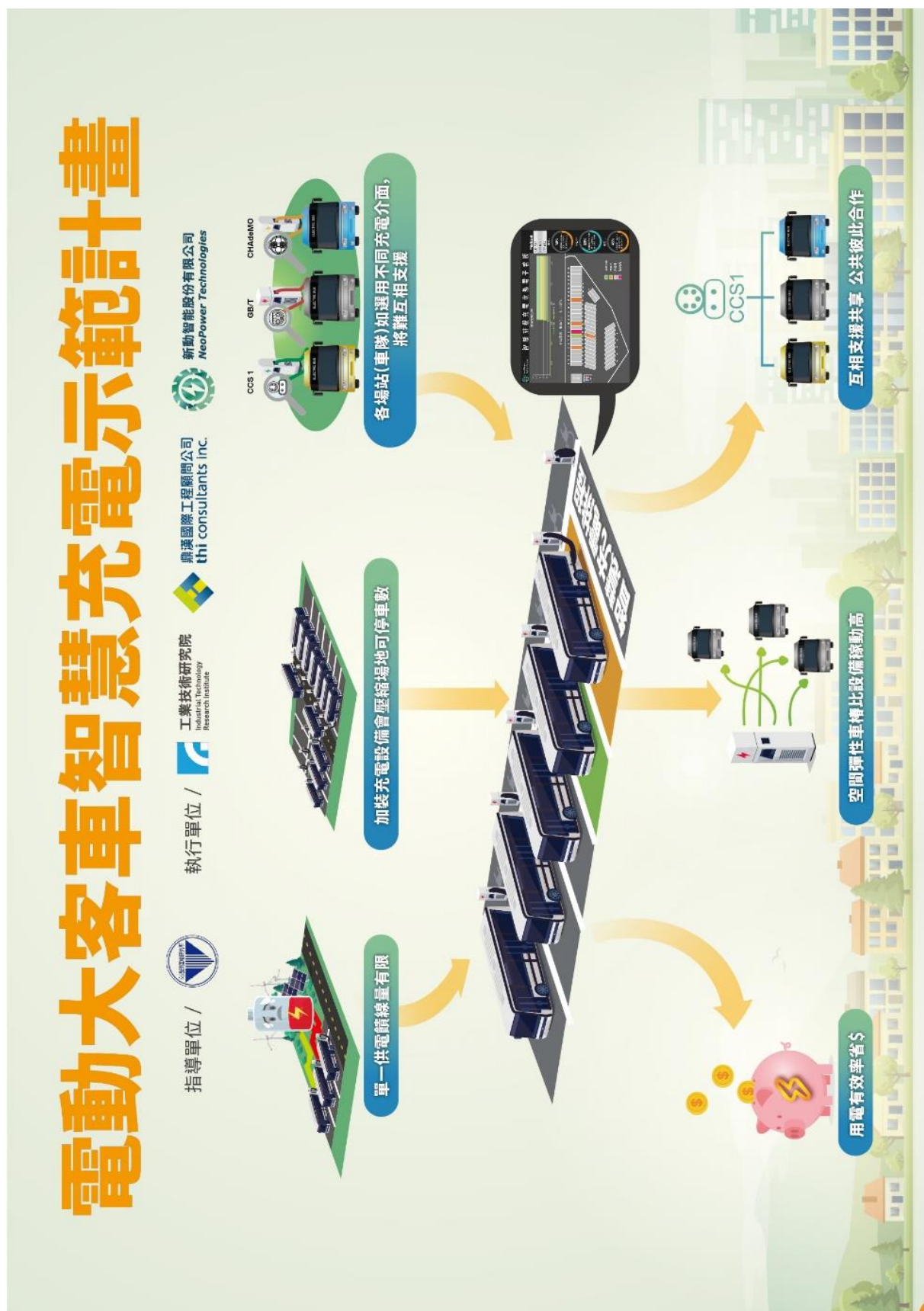




## 附錄九 計畫重要成果海報

海報版次一：





## 附錄十 計畫期末報告審查意見回覆辦理情形



## 附錄十 計畫期末報告審查意見回覆辦理情形

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
鄭榮和委員	1. 此期程計畫僅短短七個月已完成如此多事項，實屬不易。	敬悉，感謝委員鼓勵。	同意承辦單位處理情形
	2. 報告第 22-23 頁進度甘特圖內容請勘誤。	遵照辦理，已修改於期末報告修正定稿。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議詳細說明場域評選表之分數計算方式。	遵照辦理，已補充於期末報告修正定稿。	同意承辦單位處理情形
	4. 建議可於示範場域內，設定一小範圍之實驗區域與情境，以不影響客運實際運行之狀況下，搜集多重可能之充電排程結果。	將與北市科站場域管理方及中興集團商討可實驗範圍與情境並取得同意後進行。	同意承辦單位處理情形
	5. 建議於全程計畫之結論，可加強說明後對客運業者而言之效益及成本影響。	遵照辦理，將納入第二期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
陳勁甫委員	1. 計畫涵蓋到三重點：(一)希望推動未來電動公車充電樁的規格標準化、(二)尋找一適合之示範場域，後擇定北士科站進行建置，作為未來充電排程系統示範之用、(三)開發智慧充電排程軟體，以上皆已大致完成，應給予計畫肯定。	敬悉，感謝委員鼓勵。	同意承辦單位處理情形
	2. 考量同場域內各車隊之間的充電排擠效應，以及各車隊皆想確保其可順利按照班表發車之思緒，於下期程計畫執行驗證智慧充電系統時，建議可思考以增加計費選項的方式擴充設計，例如額外加價以取得優先充電權等，增強充電排程系統之功能性。	遵照辦理，將納入第二期計劃執行。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議下期程計畫之文獻回顧，可補充 V2G 及電池儲存站之設置需求與可能之備用電源的資料，以收斂作為後續計畫之政策提醒	遵照辦理，將納入第二期計劃執行。	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
	與建議。		
	4. 須預先思考何為達成“最佳化排程”之狀態？是車隊成本最小化？抑或場域車樁比降低？建議先設立目標情境以作為驗證，並須設定何謂『“最佳化”排程』之定義及目標對象，以確定總目標式的對應。	遵照辦理，將於第二期的執行報告闡述最佳化排程之定義與對象。	同意承辦單位處理情形
	5. 期許計畫於執行北士科站充電排程系統試運行的除錯過程與產出結論，可對應提供對於公共充電站之經營管理建議。	遵照辦理，將納入全期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
張舜清委員	1. 建議全程計畫產出可嘗試訂立『智慧充電場域評估流程與指引』，提供地方政府或客運業者參考。	遵照辦理，將納入第二期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
	2. 建議全程計畫之結論與建議部分，可補充智慧充電廠商之商模效益。	遵照辦理，將納入第二期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
	3. 考量目前地方政府關於未來轉運站之設計，皆思考為內含快充補電樁，還須請計畫團隊審慎評估並提出建議：於轉運站月台設置充電樁之優劣分析。	遵照辦理，將納入第二期報告呈現。	同意承辦單位處理情形
許文賢委員	1. 充電排程之最佳化是為客運業者需求為導向？抑或是場域經營管理者之需求為導向？後續計畫執行可先釐清未來主導單位或是主責機關之指導方向。	敬悉，將納入第二期計劃執行。	同意承辦單位處理情形
	2. 建議於後續計畫執行，建立智慧充電場域建置之標準程序或指導書，以及收費機制建議等。	遵照辦理，將納入第二期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議『“最佳化”排程』之功能規劃可區分為短中長期呈現，例如短期內目標設定可為針對單一車	遵照辦理，將於第二期的執行報告闡述最佳化排程之目標	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
	輛之充電需求給予充電資訊建議，長期發展才是朝向場域全智慧排程思考。	設定。	
郭重佑委員	1. 本次期末報告已就期中報告相關意見予以補充回應。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 第六章結論與建議部分篇幅僅 2 頁似較薄弱，建議可再酌予詳述相關內容。	遵照辦理，已補充於期末報告修正定稿。	同意承辦單位處理情形
	3. 目前電動大客車工作小組辦理電動大客車示範計畫初審時已要求客運業者承諾未來充電設施可配合提供同業共享使用，並請客運業者就設置電能管理系統(EMS)及充電排程妥適規劃。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
吳東凌委員	1. 目前北士科示範場域的中興巴士，已正在跟電動大客車平台做車端數據的資料檢核驗證與保密協訂作業，未來此計畫應可與電動大客車平台合作，直接取得驗證系統所需之即時車端資訊。	敬悉，將納入第二期計劃執行。	同意承辦單位處理情形
	2. 在計畫與地方政府的交流和訪查過程得知，地方政府對公共充電站的想像是會結合公車的轉運站，或是市區公車及城際客運業者的端點站。而目前正在規劃建置轉運站的推進時程，則是預計其土建須至 114 年後才會完成。因此計畫在公共充電站的推動合作方面，請持續在技術層面或是基礎設施的預留部分，能夠提供意見回饋政府端，以有利於轉運站在土建完成時，是友善於未來充電營運商的進入或是客運業者的有效使用。	遵照辦理，將於後續與地方政府溝通時回饋提供其技術層面之建議。	同意承辦單位處理情形
	3. 私有充電場域需求原則上是以充	敬悉，將納入第二期	同意承辦單位



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
	電效率及成本(車樁比最高或是契約容量最低)作為考量；而公有充電場域需求則除了充電效率外，仍須考量到公平性。因此計畫後續還需與客運業者及地方政府持續交流訪談，以制定適宜之智慧充電場域建置指引。	計畫執行。	位處理情形
運輸資訊組	1. 國內充電介面使用之整體發展趨勢，朝向共通規格 CCS1+N 的方向推展，而電動大客車隊則為逐漸開始導入 CCS1，計畫後續還請持續記錄此轉化期以掌握產業需求。	遵照辦理，將納入第二期計畫執行。	同意承辦單位處理情形
	2. 對於優化電動大客車的使用建議與共通充電介面之政策推動建議等，後續請滾動式檢討相關補助政策及紀錄客運業者之場域管理疑難。	遵照辦理，將納入第二期計畫執行。	同意承辦單位處理情形
	3. 北士科場站之基礎作業已階段性建置完成，延續型計畫將會進入數據搜集與系統測試階段，以驗證並收斂此智慧充電示範場域之效益。透過示範場域的實測和運作、收集並解析資料，期最終可產出電動大客車智慧充電場域建置標準程序指導書。	遵照辦理，將納入第二期結案報告呈現。	同意承辦單位處理情形
	4. 因應地方政府說明會後回響：地方政府接連提出對於電動大客車公共充電場域規劃的技術指導需求，計畫可規劃於下階段延續型執行工作中：依據地方政府提出之各場域特性與需求，提供相關專業建議。	遵照辦理，將納入第二期計畫執行。	同意承辦單位處理情形
	5. 本期建置之階段性分析軟體及搭配的前後台管理系統，須於後續	遵照辦理，將納入第二期計畫執行。	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
	逐步完善其與北士科場站設備之系統整合，以驗證計畫實務面之智慧充電排程功效。		
主席結論	1. 感謝計畫團隊於很短的時間;七個月內即完成許多事項，但是還有很多重要工作勢必是須在第二期程計畫才能完成。	敬悉，感謝委員鼓勵。	同意承辦單位處理情形
	2. 計畫第一年期先就目前資訊初步收斂，第二年期則最終須呈現量化分析之成本效益。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
	3. 計畫第一年期先就目前資訊初步整理，第二年期成果則請提供對於電動大客車充電場域之相關指引與政策建議，並說明如有利害關係人使用之情形。	遵照辦理，將納入第二期計劃執行。	同意承辦單位處理情形
	4. 電動大客車充電場域指引請納入應變不預警停電等非常態情境下，智慧充電場域之建置考量，例如設置電池儲能櫃等。	遵照辦理，將納入第二期計劃執行。	同意承辦單位處理情形
	5. 請補充說明計畫第二年期工作事項，結論與建議部分則再請強化敘述計畫之貢獻。	遵照辦理，已補充於期末報告修正定稿。	同意承辦單位處理情形
	6. 計畫期末審查通過，審查會議各委員研提之口頭及書面意見，請整理「審查意見處理情形表」且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正，請於四月二十六日提送期末報告修正定稿。	已整理回覆此「審查意見處理情形表」，並補充修正於期末報告修正定稿。	同意承辦單位處理情形



## 附錄十一 計畫成果簡報





工業技術研究院  
Industrial Technology  
Research Institute



鼎漢國際工程顧問  
DHI consultants inc.



新動智能股份有限公司  
NeoPower Technologies

# 案名：電動大客車智慧充電示範計畫(1/2)-示範系統規劃 案號：MOTC-IOT-110-IDB013

主辦單位：交通部運輸研究所

投標廠商：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

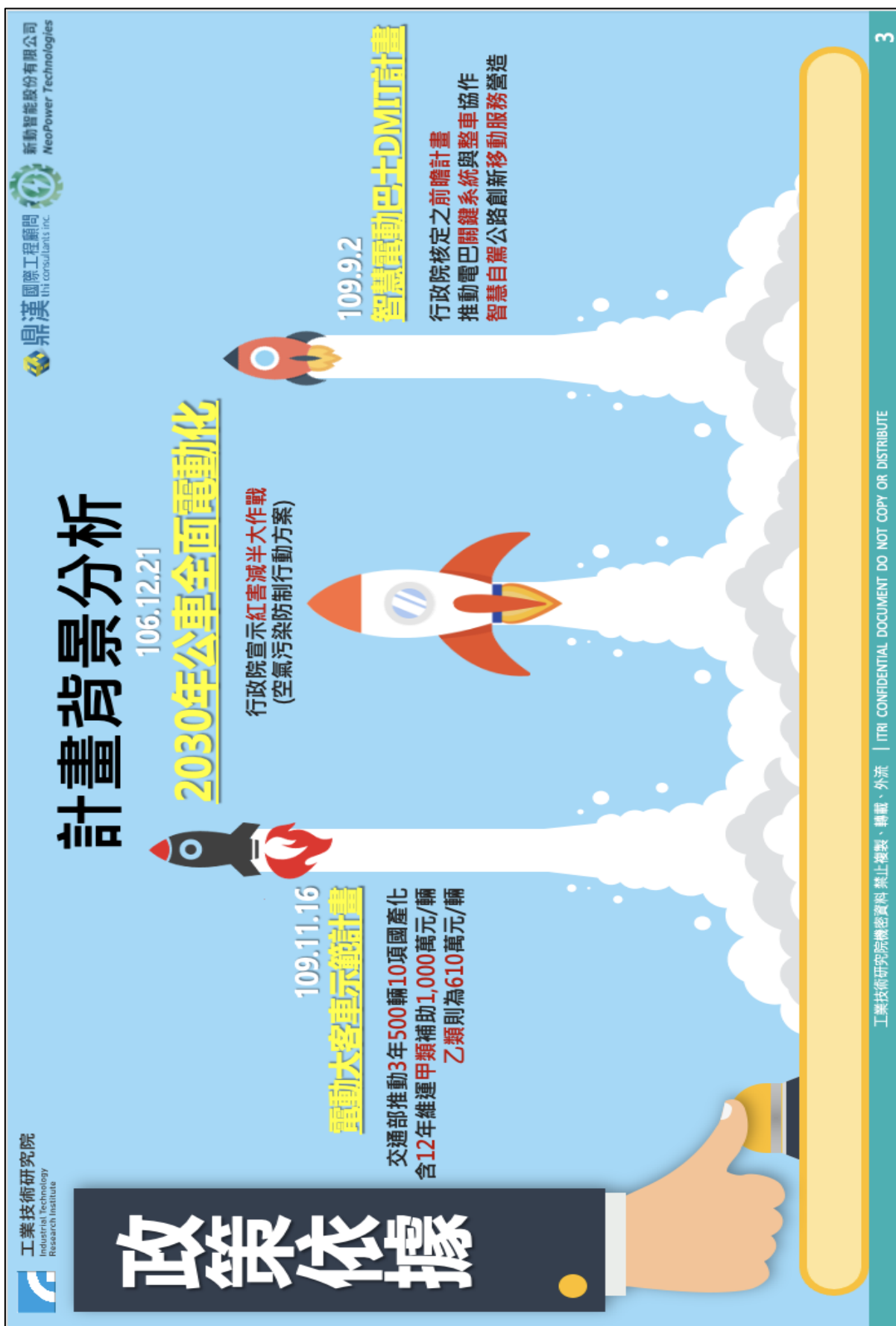
新動智能股份有限公司

110年9月

工業技術研究院機密資料 禁止複製、轉載、外流 | ITRI CONFIDENTIAL DOCUMENT DO NOT COPY OR DISTRIBUTE

# 簡報大綱





附 11-3

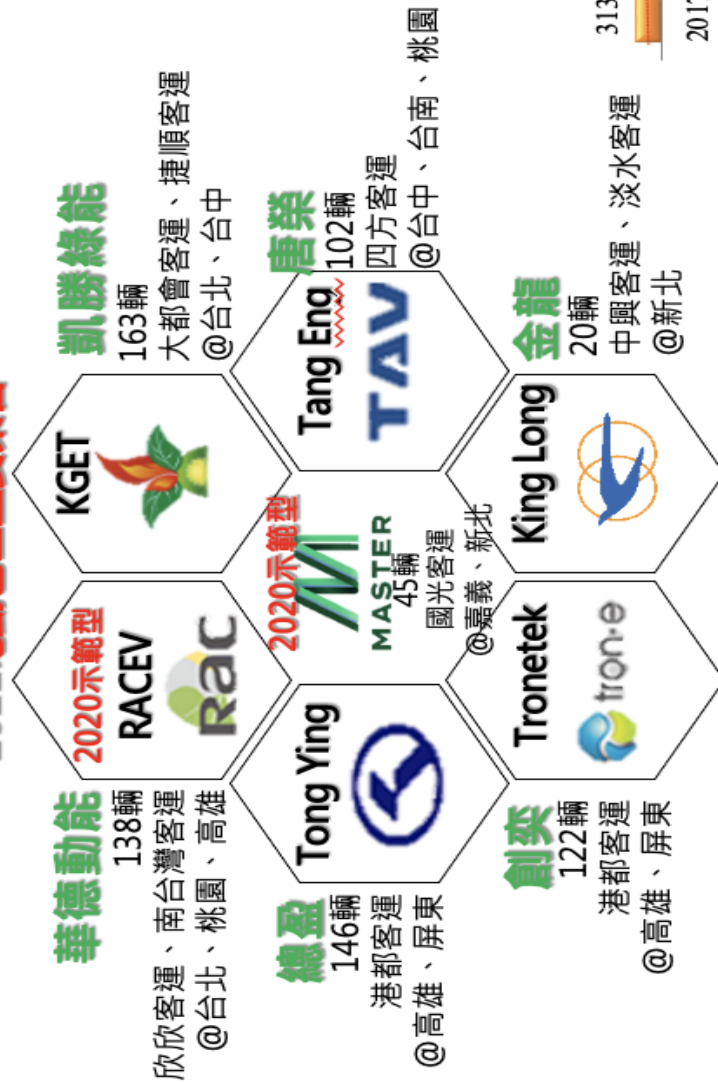


# 計畫背景分析

## 產業現況

- ▶截至2021年第2季止，國內電巴保有量為**736輛**，於我國公共運輸用巴士占比約**4.6%**。
- ▶交通部正積極將公共運輸用公車汰換為電動巴士，預期**2030年前將汰換近1.6萬輛**。

## 2021電動巴士主要業者





# 計畫背景分析

## 國際發展

### VECTOR

- 支援CCS、CHAdemo
- 支援OCPP通訊標準
- 內建負載管理系統



### SIEMENS

- 管理充電設施輔助軟體
- 客製化輔助軟體之模組(對應管理、排程與控制等模組)



### VIRTA

- 提供所有充電標準
- 支援OCPP通訊標準
- 充電站遠程控制
- 電價即時監控



### VIRICITI

- 混合(油、電)車隊監控平台
- 雲端監控車輛使用情形
- 即時動態資料轉換儀表板



### AMPLY

- 智慧充電管理平台服務
- 對應費率區間與充電時間進行充電排程管理



### 國家電網

- 充電智能調節功率系統
- 對應電網容量與尖離峰時段調整充電樁輸出功率



## 國內現況

### 車王電子

- 電池平衡管理系統
- 充電樁用能管理系統
- 車輛能耗管理系統
- 智慧儲能管理系統



### 台達電子

- 整合儲能及智慧充電進階能源管理
- 對應場域條件規劃充電基礎設施



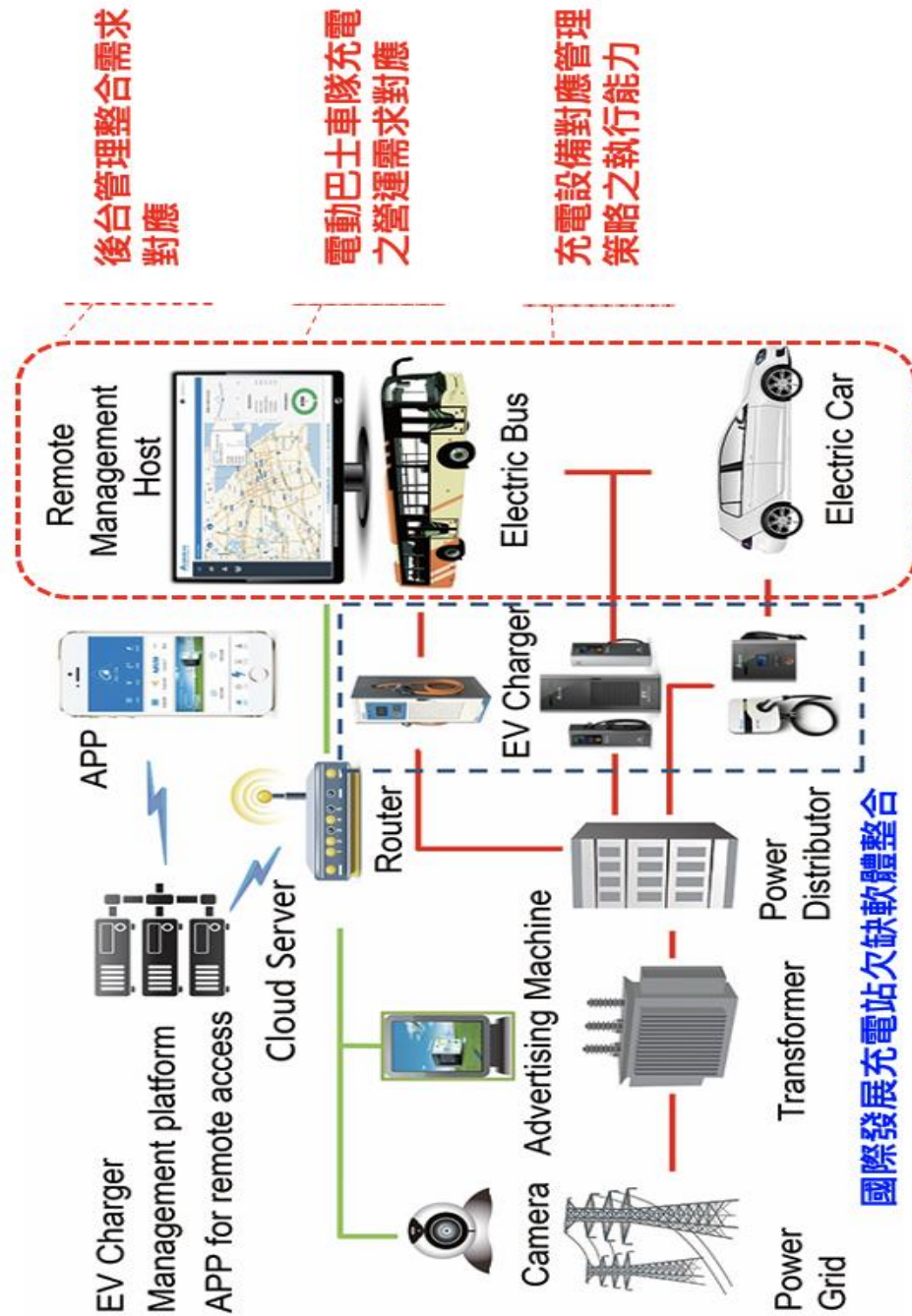
### 飛宏科技

- 提供所有充電標準
- 智慧充電管理平台服務



# 計畫背景分析

- EV Charger
- Management platform
- APP for remote access



後台管理整合需求  
對應

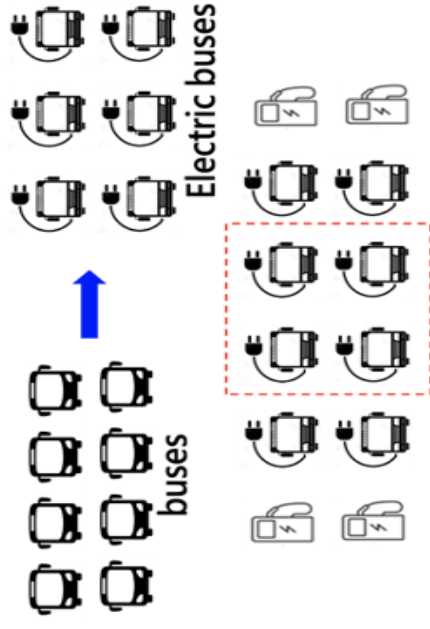
電動巴士車隊充電  
之營運需求對應

充電設備對應管理  
策略之執行能力

國際發展充電站欠缺軟體整合

資料來源：台達電

# 計畫範圍與對象



**問題：**全面使用電動巴士，因安裝充電站，造成停車位減少。  
**挑戰：**降低停車位減少數量。

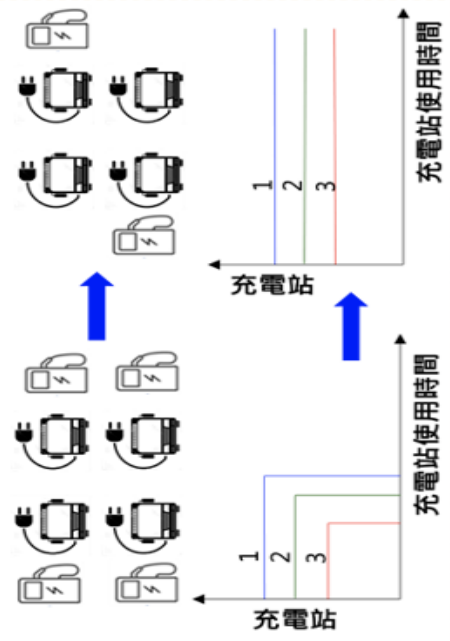
**問題：**充電站安裝位置限制，部份電動巴士難以充電。  
**挑戰：**非鄰近充電站的電動巴士充電。

## 本計畫執行範圍

**問題：**電動巴士和充電站配比为1:1 (現況)，契約容量過高  
**挑戰：**合理的電動巴士和充電站數量配比；適當的充電站規格

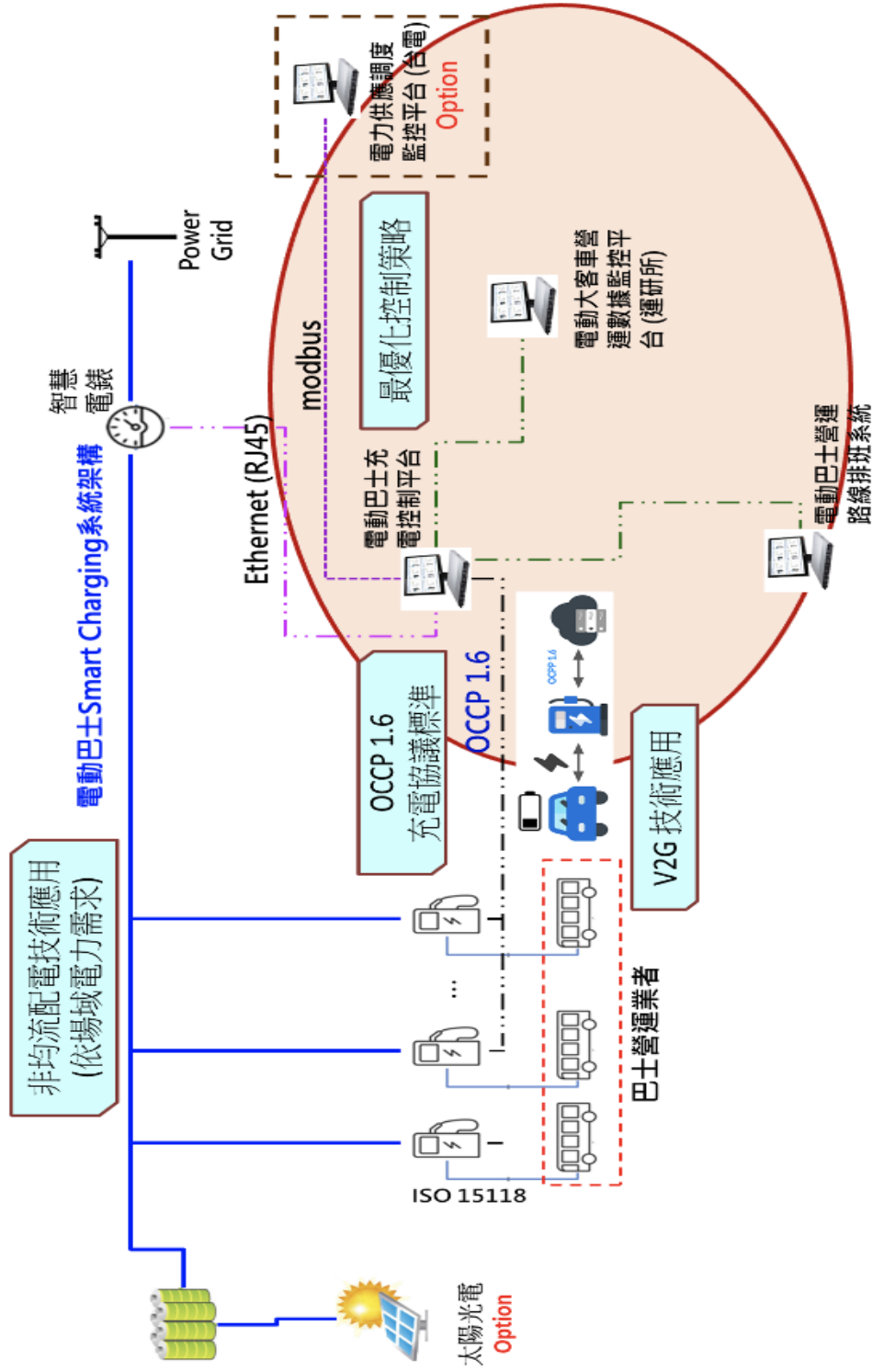
**問題：**充電站 投資回收問題  
**挑戰：**提高充電站的稼動時間

**問題：**無法掌握電池狀態影響營運成本  
**挑戰：**充電時檢測電池健康與安全程度





# 計畫範圍與對象





# 計畫方法及進行步驟

## 1. 電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧

### 蒐集國內外電動大客車智慧充電系統發展趨勢

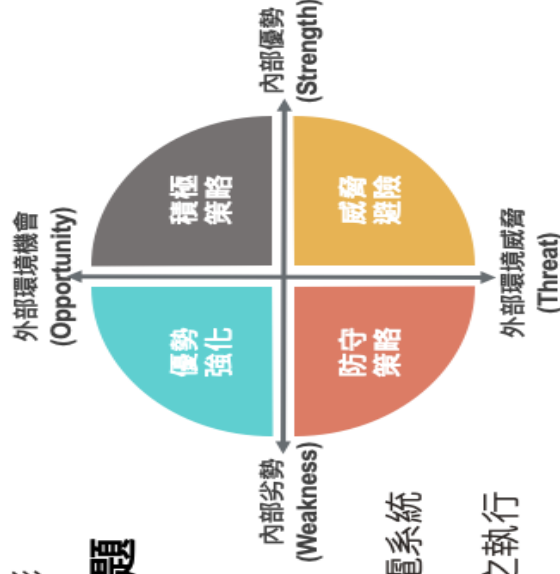
- 蒐集國內外電動大客車智慧充電相關文獻資料與實際案例
- 掌握現階段智慧充電系統發展趨勢、國際標準與各國採用情形

### 國內電動大客車智慧充電系統現況分析與面臨課題

- 訪談有電動大客車使用經驗之客運業者執行經驗
- 掌握彙整現況充電系統使用經驗與遭遇困難

### 智慧充電系統發展潛力分析(SWOT Analysis)

- 依據蒐集之國內產業現況條件，針對國內電動大客車智慧充電系統進行潛力分析
- 掌握發展潛力與關鍵課題，作為智慧充電系統示範計畫導入之執行方向基礎





# 計畫方法及進行步驟

## 2. 協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統

參考經濟部決議優先以CCS1直流快充為公共充電主流規格，進行本案充電標準參考

### 交流充電

### 直流充電

標準	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196	中國 GB/T 20234.2	日本 CHAdeMO	中國 GB/T 20234.3	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196
車輛端插座圖示							
型式	Type 1 (插座) 電壓≤250V/電流≤32A (單相)	Type 1a (插座) 電壓≤250V/電流≤70A (單相) 電壓≤(380V~480V)/電流≤63A (三相)	Type 1d (插座) 電壓≤250V/電流≤70A (單相) 電壓≤(380V~480V)/電流≤63A (單相)	Type AA (插座) 電壓≤600V/電流≤ 200A 最大功率：120kW	Type BB (插座) 電壓≤750V/電流≤ 250A 最大功率： 187.5kW	Type EE (插座) 電壓≤600V/電流≤ 200A 最大功率：120kW	Type FF (插座) 電壓≤850V/電流≤ 200A 最大功率：170kW
操作規格							
通訊	PWM	PWM	PWM	CAN	CAN	PLC	PLC



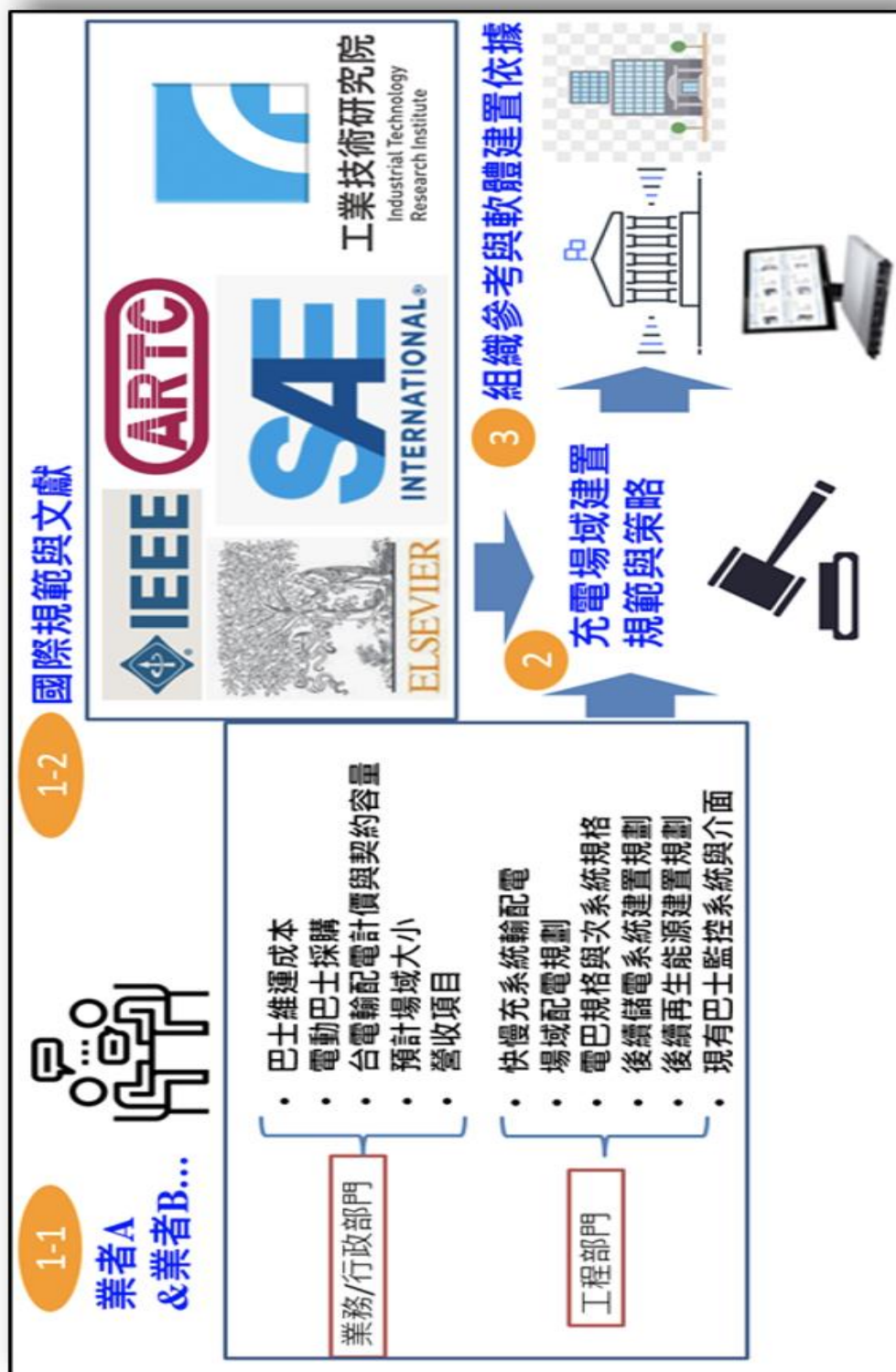
## 計畫方法及進行步驟

3. 電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置

5. 提供計畫軟體/系統平台等資訊軟體設備建置或增修開發費用



### 3.1 業者訪談與建置策略歸納

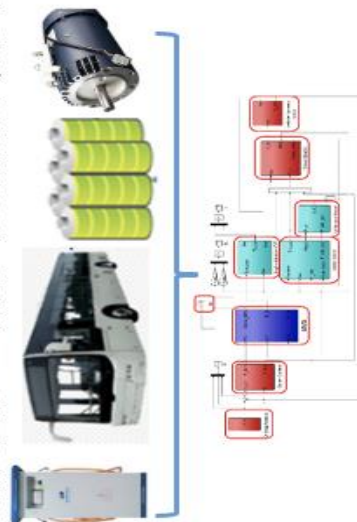


附 11-13

## 3.2 充電設備設置最優化演算策略

### 1. 系統建模：

- 電池馬達充放電性能、整車規格、充電樁性能等 (車隊+起而行)



### 2. 多目標最佳化問題設定：

- 多目標函數(建置充電樁與輸配電成本、輸電總容量、充電總時間)
- 限制條件(台電供電電量、儲備電量、場域尺寸)

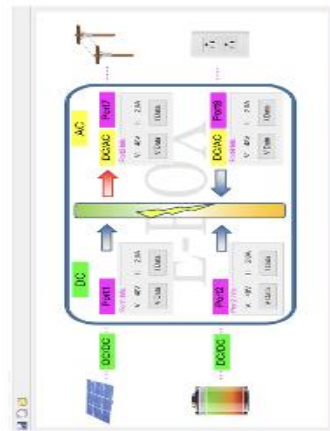
$$\min \{f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_n(\mathbf{x})\}$$

$$s.t. \ g(\mathbf{x}) \leq 0$$



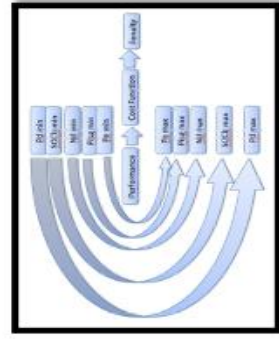
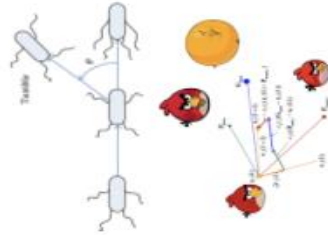
### 4. 隨選隨算套裝軟體開發：

- 輸入：整車與次系統規格、高中低功率與移動式充電樁規格、場域尺寸、電力規格
- 輸出：最佳充電樁數目、優化建置位置



### 3. 最佳化演算法設計：

- 仿生演算法 (PSO, BFA..)
- 全域搜尋演算法





### 3.3 智慧型充電排程管控平台建置

#### 最佳化充電排程優化軟體開發

- 輸入變數規劃(車輛數、殘電量、剩餘可行駛距離、剩餘班表需行駛距離、到達充電站時間/距離、時間電價、閒置充電設備、班表資訊...)
- 輸出變數設計(充電時間、充電功率、充電柱規格、充電柱編號...)
- 限制條件設計(最低允許殘電量、最長等候時間、最小充電量...)
- 多目標函數最佳化演算法設計(等候充電時間、充電能量損失、電費...)

#### 智慧型充電排程管控平台軟體建置

- 即時路況資訊、營運路線排班系統、運研所與台電數據匯整
- 智慧型充電排程後台與資料庫建置
- 最佳化充電排程運算與管控介面開發

#### 車上駕駛使用者介面開發

- 即時顯示剩餘可行駛距離、到達充電站時間/距離。
- 進入停車場後，即時提示充電柱編號與預計充電時間，以滿足後續排班需求與滿足最佳化目標。



Ref: bCharge- Data-Driven Real-Time Charging Scheduling for Large-Scale Electric Bus Fleets



### 3.4最佳化充電設置與充電排程控制軟體預想

#### 後台充電排程管控平台使用者介面

Form1 設定 系統設置 充電設置

車種資料  
充電資料  
充電型號: [1] 充電規格: [快充] [標準] [中速]  
充電型號修改: [選擇] 充電規格修改: [選擇]  
電池功率(W): [ ] 電池電壓(V): [ ]  
電池電流(A): [ ]

車位最大數目: [ ] 車位編號: [ ] 車位出口距離(m): [ ]  
車位資料: [ ] 輸入 車位資料: [ ] 輸入

Load Save data

Form1 設定 系統設置 系統優化

系統優化  
開始 暫停

優化結果

項目	數量
總數	10
超級快充	1
快充	2
中速	4

建議

車位	超級快充	快充	中速
車位1	[選擇]	[選擇]	[選擇]
車位2	[選擇]	[選擇]	[選擇]
車位3	[選擇]	[選擇]	[選擇]
車位4	[選擇]	[選擇]	[選擇]
車位5	[選擇]	[選擇]	[選擇]

手動調整

選擇 [選擇] [選擇] [選擇] [選擇] [選擇]

#### 前台駕駛使用者介面

駕駛使用者介面

現在時間: 2021年03月04日 18:25  
系統狀態: 已正常  
系統狀態: Online  
系統狀態: 已正常

車牌號碼: NPT-8899  
下次啟動時間: 2021年03月04日 19:45  
距離下次啟動時間: 0日 1小時 20分鐘

剩餘電量: 35%  
充電狀態: 充電中

充電形式: 超級快充  
手動修改: [ ]

充電時間: 00:57:41

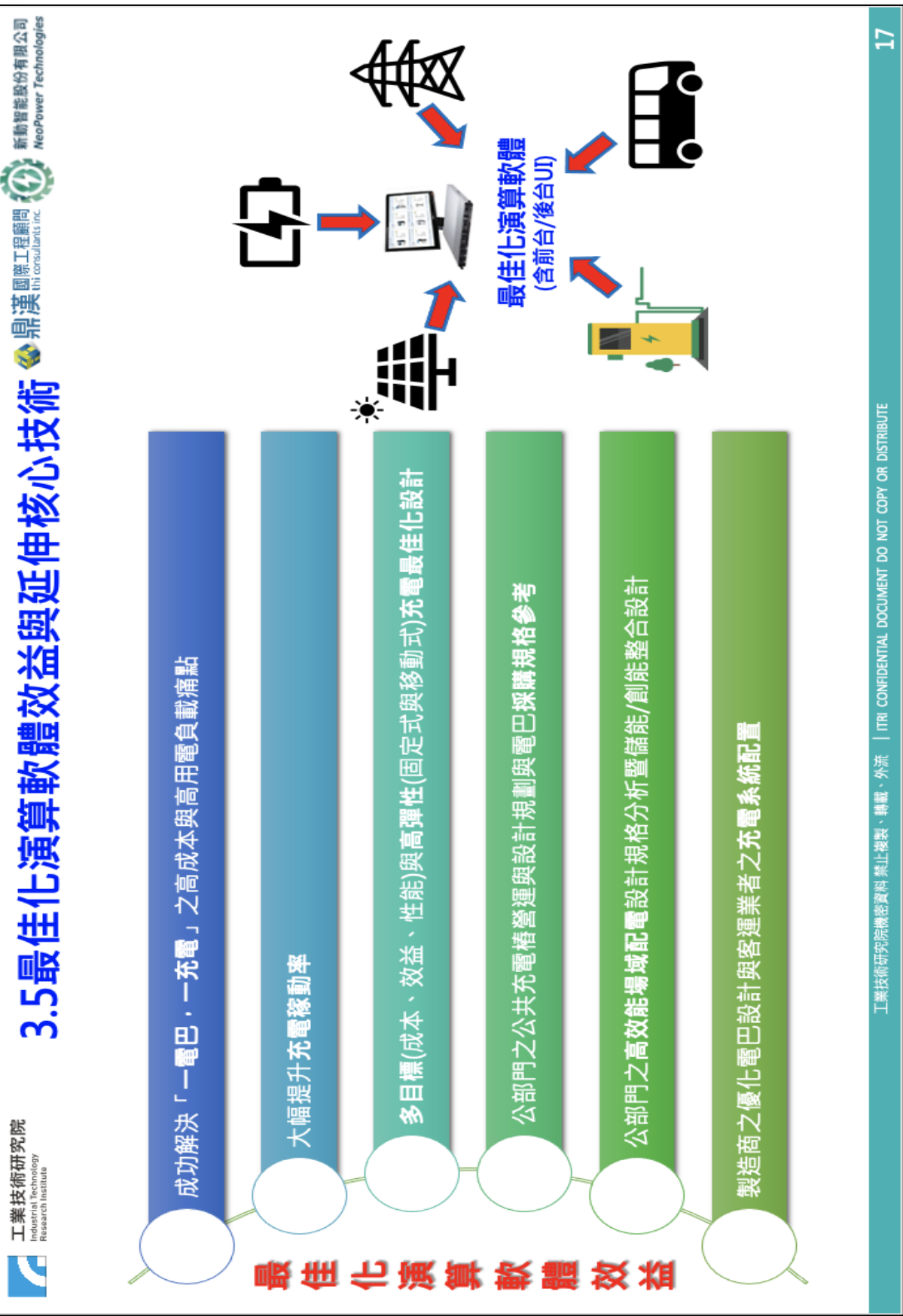
Form1 設定 系統設置 充電設置

充電設置

車位1 [選擇] 通知時間 [選擇]  
車位2 [選擇] 通知時間 [選擇]  
車位3 [選擇] 通知時間 [選擇]  
車位4 [選擇] 通知時間 [選擇]

Loading...

輸入 開始調整



## 3.6非均流充電技術與實例應用

### 非均流充電技術優勢-

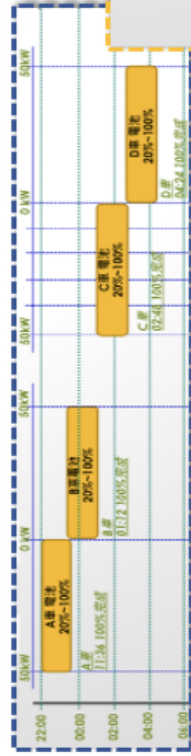
- 結合預約充電功能，達成無須人員更換充電設備轉移之應用；提升充電設備稼動率。
- 提升電動巴士車隊充電效能；縮短車隊充電之時間分配，符合整合車隊排班系統應用。
- 若在場域有限電力容量下，結合最優化充電控制平台，配合並達成符合車隊排程需求。
- 因應車隊各車輛不同的充電狀況需求（因為電池不同的狀態），可即時性的對應調整各車輛充電的要求。

### 非均流充電技術假設案例-

設定場域安裝2組分體式充電設備 [分離/雙槍 (0~50kW/0~50kW)]  
針對4台電動巴士充電應用

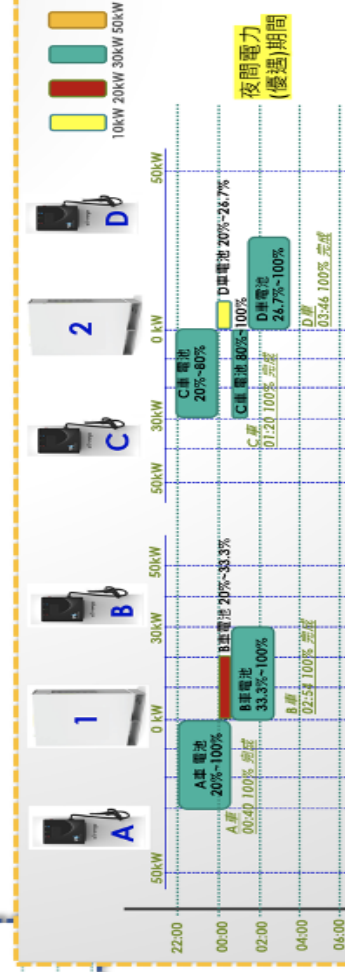
模擬情況：1.每一車輛電池容量100kWh / 2.巴士每天消耗的功率 80KWh / 3.場域最大供電假設60KW功率

4.夜間充電應用； 22：00-8：00 / 5.公交車司機在工作結束時，即將充電連接器連接到公交車上，隔日工作時才再取出。



一般充電應用(輪流順序充電)

### 非均流充電技術應用





# 計畫方法及進行步驟

## 4. 計畫成果推廣

## 6. 計畫成果投稿運輸計畫季刊、國內外期刊、學術研討會



政府端鼓勵導入作為：

建立電動大客車智慧充電示範場域與系統運作實例，  
並積極協調整合經濟部產業推動資源，縮短導入客運  
業者初期成本增加的機會



營運端導入配套規劃：

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與  
導入智慧充電時程評估判斷依據



階段性成果交流與意見回饋：

- 辦理2場次成果交流論壇、座談會或工作坊，邀請產官研進行示範計畫構想、示範場域與基礎設施規劃等相關議題交流
- 提供成果推廣活動現場宣傳或提供機關年度成果展示海報1式



# 預定進度甘梯圖

110年執行期程：決標日至111.4.30

工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月
<b>一、電動大客車智慧充電系統資料蒐集與文獻回顧</b>								
1)蒐集並檢討國內現有電動大客車充電系統之使用狀況與問題								
2)蒐集國際電動大客車智慧充電技術發展趨勢、國際標準與各國採用情況								
3)透過SWOT分析我國發展電動大客車智慧充電之優劣勢								
<b>二、協助導入符合國際發展趨勢與國家標準之充電系統</b>								
1)針對電動大客車充電系統，訪談相關單位和業者								
2)針對導入符合國家標準與國際發展趨勢之充電系統可能遭遇問題、克服方式與預期效益進行分析								
3)協助交通部提電動大客車計畫導入國家充電標準之推動策略，研擬不同推動策略方案								
<b>三、電動大客車智慧充電管理系統示範場域規劃與基礎建置</b>								
1)業者訪談與建置策略歸納								
2)研擬最佳充電排程策略、智慧充電功能、基本電力需求、充電安全及示範場域逐年建置時程規劃								
3)依據上述三之(2)示範場域逐年建置時程規劃方案，進行第1年基礎建置作業								
<b>四、計畫成果推廣</b>								
1)配合智慧充電方案成果，滾動檢討電動大客車推動補助政策及提供營運業者經營管理之建議								
2)辦理至少2場成果交流宣導活動及相關會議，並配合出席說明示範計畫構想，以及議題交流								
3)針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔								
<b>五、計畫軟體/系統平台等資訊軟體設備建置或增修開發費用估算</b>								
<b>六、將本期研究/計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會至少1篇</b>								
工作進度估計百分比（累積數）	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100
<b>預定查核點</b>	第1季：預計2021年11月30日前提送期中報告 第2季：預計2022年3月30日前提送期末報告初稿 第3季：預計2022年4月30日前提送期末修正定稿							



## 預期成果

1

智慧型充電排程管控平台

4

智慧型充電排程使用者APP

7

2場計畫成果交流宣導活動

2

國內外智慧充電系統發展  
現況、課題與趨勢報告

5

國際重要能源、電力或車輛  
領域研討會論文

8

電動大客車導入國家充電標  
準之需求可行推動策略方案

3

電動大客車補助政策及客運  
業者經營管理之建議報告

6

我國發展電動大客車智慧充  
電之優劣勢分析報告

9

電動大客車智慧充電管理系  
統示範場域規劃報告

# 人力及計畫經費

## 人力配置

類別	姓名	目前服務 單位與職稱	最高 學歷	在本計畫中擔任之工作	單位：人月 規劃執行 行工時
主持人	張念慈	工研院機械所 /業務組長	碩士	計畫統籌督導與成果彙整	3
計畫人員	巫文心	工研院機械所 /管理師	碩士	業者訪談與資料彙集，國內外智慧充電推動優點分析； 針對導入符合國家標準的電動大客車充電，研擬不同推動 策略方案，並執行推廣活動。	7
計畫人員	周啟華	工研院機械所 /研究員	博士	業者訪談與資料彙集，解析電動巴士車隊充電最優化排程 設計與演算軟體的開發需求和制定軟體參數。	6
計畫人員	朱高弘	工研院機械所 /業務經理	博士	訪談各運具業者，分析導入符合國家標準的電動大客車 充電可能面臨問題、克服方式與預期效益，並研擬不同推 動策略方案。	6
計畫人員	林志哲	工研院機械所 /副工程師	學士	觀察電動大客車充電等環境，規劃智慧充電管理系統示 範場域。	6
計畫人員	余威諭	工研院機械所 /工程師	碩士	電動大客車智慧補給系統技術推動、國際溝通與協調	1
計畫人員	林幸加	鼎漢公司 /副董事長	碩士	協助計畫統籌與成果彙整、智慧充電潛力分析、推動方案、 補助政策及經費管理策略建議	1
計畫人員	曹晉瑜	鼎漢公司 /經理	碩士	智慧充電潛力分析與策略檢討之整體規劃與進度管理、業 者訪談與策略檢討建議、推廣活動統籌規劃	4
計畫人員	廖建華	鼎漢公司 /規劃師	碩士	智慧充電潛力分析(SWOT)與電動大客車智慧充電補助政 策及經費管理建議	4
計畫助理	黃品慈	鼎漢公司 /助理規劃師	碩士	業者訪談與資料彙集，國內外智慧充電推動優點與潛力 分析(SWOT)、推廣活動執行	5
計畫助理	劉均勳	鼎漢公司 /助理規劃師	碩士	電動大客車充電系統使用現況議題與國際智慧充電發展趨 勢彙集整理	4-5
協同主持人	洪鈺軒	新動公司 /董事	博士	計畫規劃與進度管理、軟體規劃與設計、演算法指導、廠 商訪談與資料彙集統整、策略建議	6
計畫人員	陳瑋易	新動公司 /董事	博士	計畫規劃與進度管理、演算法理論指導、排程軟體規劃與 設計、業務委託提送查驗、人機介面設計開發	6
計畫人員	詹繼文	新動公司 /研發長	博士	計畫軟體規劃與演算法指導及執行、進駐服務區測試設計、 廠商溝通協調、整體進度管理與回報	5
計畫助理	張志宏	新動公司 /工程師	碩士	計畫軟體撰寫、設計與測試、業務委託溝通	4

## 計畫經費

項目	預算數		占總經費%
	政府經費		
服務費用			
一、人事費			
1.專任研究人員費用	5,344,000		60.73
2.兼任研究人員費用	198,000		2.25
小計	5,542,000		62.98
二、消耗器料費	0		0.00
三、其他費用			
1.差旅費	366,000		4.16
2.設備使用費	0		0.00
3.印刷費	14,400		0.16
4.調查訪問費	6,000		0.07
5.文具紙張費	11,200		0.13
6.郵電費	9,600		0.11
7.行政管理費	732,195		8.32
8.業務費	1,793,100		20.38
9.雜支	325,505		3.70
小計	3,258,000		37.02
合計	金額	8,800,000	100.00
	占總經費%	100.00	100.00





工業技術研究院  
Industrial Technology  
Research Institute

# 計畫團隊

計畫主持人之經驗與能力

**張念慈**

效率、積極、服務  
創意管理、以身作則

- 現職工研院機械所車輛電動化推動辦公室主任
- 曾任機械所企推組組長、車輛組組長
- 清大動機碩士、SRI菁英培訓結業
- 經濟部技術處專成果新創事業獎(2019)
- 工研院傑出創新獎(2019)
- 中華民國科技管理學會科技管理獎(2018)



新動智能股份有限公司  
NeoPower Technologies

新動  
智能

- ★ 智慧充電排程演算平台開發
- ★ 研究論文發表

鼎漢  
國際

- ★ 產業調研
- ★ 成果活動規劃

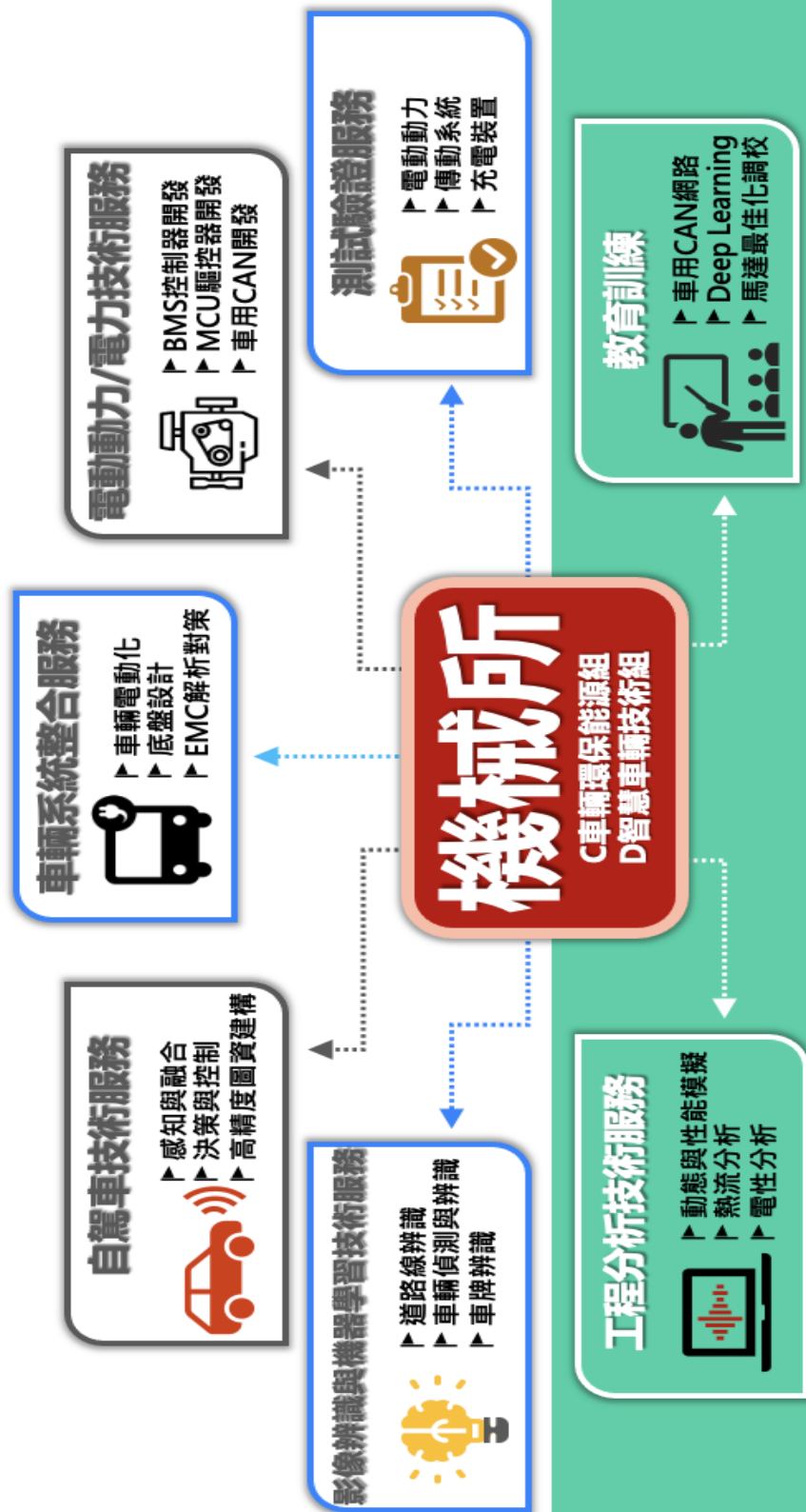
工研院  
機械所

- ★ 示範場域總規劃
- ★ 計畫統籌



# 計畫團隊-工研院

中 機械所長期深耕車輛自駕、電動化、智慧化、系統整合技術，提供專業**認證服務**





# 計畫團隊-鼎漢國際

## 豐富的公共運輸規劃及客運業者輔導經驗

- 公車路網系統整體規劃
- 轉運站規劃、經營與管理
- 曾輔導多家客運業者提升經營管理效率與路線申請作業

- 臺北市、桃園市、彰化縣、嘉義市、屏東縣等多個城市公車客運路網系統與結構調整規劃
- 公路公共運輸力評比指標研究
- 臺北市、新北市、臺中市、彰化縣等多個城市轉運站規劃案
- 宜蘭縣礁溪轉運站出租經營/臺南轉運站委託經營



**專業創新  
交通顧問**

本公司榮獲建國百年  
**國家磐石獎**

## 掌握電動公車發展趨勢與實際參與應用平台開發

- 電動大客車推動策略規劃
  - 客運業者公車營運管理系統平台開發
  - 公車捷運系統智慧化設計與規劃
- 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  
-電動公車示範計畫執行績效分析與推動策略支援應用  
-高雄市自動駕駛電動巴士系統運行評鑑計畫委託專業服務案



鼎漢 thi

## 整合跨領域資訊 協助政策決策分析

- 結合巨量資料圖像化分析能力
  - 大數據與多元資訊應用與整合
  - 智慧交通運輸發展策略研擬
- 運輸部門決策支援系統與整合資料庫及節能減碳資訊平台  
-桃園智慧公車管理資訊平台、新竹公車管理資訊平台  
-新北市運輸走廊整合道路與交通與多元資訊應用計畫





工業技術研究院  
Industrial Technology  
Research Institute



新動智能股份有限公司  
NeoPower Technologies

# 計畫團隊-新動智能



## 洪翊軒 技術顧問/共同創辦人 協同主持人

- 臺師大車輛與能源學程 特聘教授與主任
- 專精領域：電動車系統設計、電能管理系統設計、新能源應用、最佳化系統設計、整車控制單元開發、智慧型軟體開發、移動載具平台機電整合



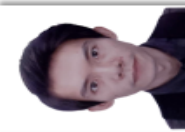
## 陳瑋易 技術顧問/共同創辦人

- 臺師大電機系 特聘副教授
- 專精領域：高效能電機驅動與控制、先進車輛電能管理與最佳化、智慧型與非線性控制系統設計、電能轉換應用、節能技術、最佳化理論



## 詹嘉文 副總經理兼任研發長

- 長庚大學 機械博士
- 專精領域：機電整合、機構設計、人工智慧神經網路、人機介面、設計與開發最佳化演算法開發、平行運算、超高速空氣軸承設計、圖形處理器程式設計、磨潤學。



## 張志宏 電控工程師

- 臺師大電機碩士
- 專精領域：先進車輛電能管理與最佳化、智慧型控制系統設計、電能轉換應用。

