

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：開會)

參加國際高壓大電力(CIGRE)
2022 年巴黎研討會
(PARIS SESSION 2022)

服務機關： 台灣電力公司
姓名職稱： 何秉衡 系統規劃處 電網技術專業工程師
派赴國家： 法國 巴黎
出國期間： 111 年 8 月 26 日至 111 年 9 月 11 日
報告日期： 111 年 10 月 6 日

政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加國際高壓大電力(CIGRE) 2022 年巴黎研討會(PARIS SESSION 2022)

頁數 78 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人資處/陳德隆/ 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

何秉衡/台灣電力公司/系統規劃處/專業工程師/2366-6893 出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會

出國期間：111 年 8 月 26 日~9 月 11 日 出國地區：法國

報告日期：111 年 10 月 6 日

分類號/目

關鍵詞：國際高壓大電力(CIGRE)、電力儲能系統(EESS)、短效應用電力儲能系統(Short duration application EESS)、長效應用電力儲能系統(Long duration application EESS)、再生能源(Renewable Energy Resource)

內容摘要：(二百至三百字)

1. CIGRE (International Council on Large Electric Systems)為每 2 年舉辦一次之研討會，為集合全世界電力公司、廠商提出包括電力系統相關的規劃和運轉議題及設計、施工、維護和高壓設備的新科技產品，透由會議上論文發表、實務運用，提供經驗交流。
2. 本公司何秉衡君出席 CIGRE Session 2022 會議，除獲取全世界在應用新設備而提升系統效率之運轉經驗、擷取新知識、新觀念外，使本公司同仁能與世界電力接軌外，何君於會中發表「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文，使全世界瞭解台電公司致力推展再生能源及儲能之努力及成果，並提升台電公司在國際上現代化之形象。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹、出國緣由	1
貳、出國任務與行程	1
一、出國任務：	1
二、行程：	2
參、CIGRE 簡介.....	3
一、起源	3
二、目的	3
三、使命	3
四、展望	3
肆、2022 年巴黎 SESSION 特點	4
一、沉浸在 CIGRE 世界領先的技術計劃中，涵蓋 850 多篇論文	4
二、幫助加速能源轉型	5
三、在海量技術展上了解全球電力系統行業最新創新成果	6
四、通過廣泛的交流機會擴大專業聯繫	7
五、與同事、朋友和 CIGRE 社群重新建立聯繫	8
伍、本年會議主題：目標市場模型的基石：對面向未來的電力市場設計的願景	9
一、概述	9
二、八項關鍵設計元素	9
三、總結和結論	11
陸、每日小組討論會摘要	12
一、 A1 旋轉電機.....	12
二、 A2 電力變壓器和電抗器	13
三、 A3 輸配電設備	16
四、 B1 絕緣電纜.....	19
五、 B2 架空線	20
六、 B3 變電所和電氣裝置.....	23
七、 B4 直流系統和電力電子設備.....	25
八、 B5 保護和自動化	27
九、 C1 電力系統發展與經濟	28
十、 C2 電力系統運行與控制	28
十一、 C3 電力系統環境性能	31

十二、 C4 電力系統技術性能	33
十三、 C5 電力市場和監管	37
十四、 C6 配電系統及分散型發電	48
十五、 D1 材料和新興測試技術	51
十六、 D2 信息系統和電信	52
柒、 會議部分論文摘要	56
一、可重定位貨櫃式 STATCOM 安裝以提供電網靈活性和穩定性的設計和考慮 .	56
二、 BESS Parinas–Polpaico：利用儲能讓 500 kV 輸電線路容量提升	57
三、在高滲透率 PV 系統且低慣量之電力系統調頻	57
四、低網路慣量對系統暫態穩定度的衝擊	58
捌、 本公司投稿獲接受之論文	59
題目：金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析	59
一、緣由	60
二、研究目標	60
三、金門儲能現況	60
四、未來負載預測	62
五、分析結果	66
六、結論與建議	70
玖、 何秉衡論文發表現場	71
一、Poster Sesson 現場	71
二、Poster Session 簡報內容	74
壹拾、 心得與建議	77

壹、 出國緣由

1. CIGRE (International Council on Large Electric Systems) 成立於 1921 年，為一為促進與來自世界各地的專家合作國際性非營利的機構，透過分享知識和聯手合作以改善當前和未來的電力系統。CIGRE 主要任務是設計和展開未來的電力系統，最佳化既有的設備和電力系統、尊重環境及方便獲取資訊。目的是讓世界各地工程師和專家進行意見交換和提升其電力系統相關之知識，透過先進的全球實務結合的交流，使知識和資訊不斷增值，提供 CIGRE 工作成果給產業界的決策者（執行長、董事、管理人員和監管機構）。
2. 國際高壓大電力會議 (CIGRE) 為每 2 年舉辦一次之研討會，為集合全世界電力公司、廠商提出包括電力系統相關的規劃和運轉議題及設計、施工、維護和高壓設備的新科技產品，透由會議上論文發表、實務運用，對於問題的改善及系統效率的提升、提供經驗交流。
3. 本公司何秉衡君以金門古寧開閉所設置儲能為專題，撰寫「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文投稿 2022 年 Session 並獲接受。
4. 選送何秉衡君出席 CIGRE Session 2022 會議，除獲取全世界在應用新設備而提升系統效率之運轉經驗、擷取新知識、新觀念外，使本公司同仁能與世界電力接軌外，何君於會中發表「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文，使全世界瞭解台電公司致力推展再生能源及儲能之努力及成果，並提升台電公司在國際上現代化之形象。

貳、 出國任務與行程

一、 出國任務：

1. 台電公司何秉衡君以金門古寧開閉所設置儲能為專題，撰寫「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文投稿 2022 年 Session 並獲接受。
2. 選送何秉衡君出席 CIGRE Session 2022 會議，除獲取全世界在應用新設備而提升系統效率之運轉經驗、擷取新知識、新觀念外，使本公司同仁能與世界電力接軌外，何君於會中發表「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文，使全世界瞭解台電公司致力推展再生能源及儲能之努力及成果，並提升台電公司在國際上現代化之形象。

二、行程：

台電選派何秉衡赴巴黎參加技術研討會，自 111 年 8 月 26 日從臺灣搭機出發。於巴黎完成任務後，原擬於 111 年 9 月 3 日離開巴黎，9 月 4 日返抵臺灣。順道於巴黎觀光 7 天之故，爰延至 111 年 9 月 11 日返抵台灣。

起始日	迄止日	出發城市	抵達城市	工作內容
111/8/26	111/8/27	臺北	巴黎	往程：台北→巴黎
111/8/28	111/9/2		巴黎	Paris Sessions 2022
111/9/3	111/9/9		巴黎	順道觀光
111/9/10	111/9/11	巴黎	臺北	返程：巴黎→臺北

參、CIGRE 簡介

一、起源

CIGRE 於 1921 年在法國巴黎成立，是一個致力於電力系統專業知識的協作開發和共享的全球社群。該社群擁有來自 90 多個國家和 1250 個成員組織的數千名專業人士，其中包括一些世界領先的專家。其核心是 CIGRE 的 59 個國家/地區國家委員會，提供來自全球各個角落的不同技術觀點和專業知識。

CIGRE 運營著世界上最重要的知識計劃，跨越 16 個工作領域，涵蓋電力系統的所有核心領域。跨越這些領域的 250 多個工作組利用並利用實踐專業知識來解決電力系統面臨的現有和未來挑戰。

CIGRE 的知識計劃包括廣泛的本地和國際活動，每兩年在法國巴黎會議上達到高潮——這是一次獨特的思想領袖大會和全球排名第一的電力系統活動。

在過去的 100 年裡，CIGRE 的工作為現代電力系統的許多關鍵技術基石做出了貢獻。CIGRE 的著名出版物是通過「真實世界經驗」的合作共享而開發的，在許多情況下是參考信息的權威來源。

所有這一切意味著，當電力行業專業人士尋找他們需要的公正、基於事實的答案時，他們會求助於 CIGRE，這是世界上卓越的電力系統專業知識來源。

二、目的

促進全球電力系統專業人士的參與和知識共享，以實現人人可持續的電力供應。

三、使命

通過提高電力系統內部人員的專業知識，為改善電力系統做出貢獻。

四、展望

在電力系統各方面的專業知識方面被公認為全球領先的社群。

肆、2022 年巴黎 SESSION 特點

2022 年巴黎會議不僅僅是一場活動，更是一次體驗！今年 8 月，2022 年巴黎會議將第 49 次匯聚來自全球 CIGRE 社群和更廣泛行業的數千人，共同體驗這種獨特而身臨其境的電力系統體驗。巴黎會議是電力系統專業知識的全球領先盛會。

一、沉浸在 CIGRE 世界領先的技術計劃中，涵蓋 850 多篇論文

今年活動的計劃內容廣泛，包括 850 多篇論文，這些論文都在獨特的海報會議上呈現。之後所有文件均可提供給代表。這些論文構成了活動的基石，16 個小組討論會、7 個研討會和 16 個教程都將它們整合在一起，為代表們創造了完全身臨其境的體驗。無論工作或組織貢獻、學習還是獲取關鍵信息，技術計劃都是世界領先的體驗，所有電力系統專業人士都可以從中受益。

巴黎會議將於 2022 年恢復其面對面的形式！我們很高興為您帶來我們從這次獨特的思想領袖大會中看到的最全面的技術計劃之一。擁有涵蓋端到端電力系統的 950 多篇技術論文，對於所有認真的電力系統專業人士來說，這是一個必須參加的活動。

會議將於 8 月 28 日開幕，由電力研究所 (EPRI) 首席執行官 Arshad Mansoor 博士發表主題演講，他將討論「彈性脫碳」。隨後是關於「能源轉型——以設備、技術、系統和市場耦合為特色」的小組討論，由 Transmission Eletrobras (巴西) 總監兼 CIGRE 技術委員會主席 Marcio Szechtman 介紹。開幕後，會議涵蓋了行業面臨的突出問題，然後提供了廣泛的技術計劃，包括：

(一) 六大重點工作坊

CIGRE 研究委員會的研討會邀請了來自世界各地的專家，介紹他們最近的研究和經驗：

- 大型電力系統和市場動盪 (8 月 29 日星期一下午)
- 超長跨國輸電線路 (8 月 29 日星期一下午)
- 基於逆變器的資源 (IBR) 主導的電力系統中的振盪不穩定性和相互作用 (8 月 30 日星期二下午)
- 電力公用事業數字基礎設施中的網路安全標準化——IEC、IEEE 和 CIGRE 的共同願景 (8 月 30 日，星期二上午)
- 用於傳輸和配電變電所及其開關設備的 SF6 替代品 (8 月 31 日，星期三上午)
- 變電所工程和經驗的知識轉移 (9 月 2 日星期五上午)

(二) 16 次小組討論會

小組討論會 (GDM) 是本屆會議的主要組成部分，從 8 月 30 日星期二到 9 月 2 日星期五，每天有四場每日會議同時進行。

希望在 GDM 期間回答特別記者提問的代表準備的文稿將通過註冊平台收集，與

2021 年一樣。

(三)16 個新教程

16 個學習委員會選擇了工作組成員在 8 月 29 日星期一至 9 月 1 日星期四提供的教程：上午兩節課，下午兩節課。為本次會議選擇的主題將涉及： - 用於具有低慣量或零慣量發電機的電力系統的同步電容器

- 充油靜態機器的壽命延長
- 真空開關設備的現場經驗
- 海底電纜的新時代
- 電網設備塗料
- 現有變電所設備的資產健康指數
- 用於系統研究的直流電網基準模型
- 廣域保護
- 全球網格
- TSO-DSO 合作 - 控制中心工具要求
- 野生動物和電力基礎設施之間的相互作用
- 評估由於低次諧波諧振導致的電力系統中的臨時過電壓
- 電力批發市場的碳定價
- 電動汽車作為分佈式能源系統
- 用於氣體絕緣系統的新型非 SF6 氣體和氣體混合物的電氣性能
- 人工智能在電力系統中的應用與技術

(四)海報會議

2022 年巴黎會議有創紀錄的 950 多篇新技術論文。從 8 月 29 日星期一到 9 月 1 日星期四，海報會議將有一個專門的空間供作者以海報形式向感興趣的代表展示他們的論文。為此，950 多篇最終論文中的每一篇都將有一個空間和一個時間段。

巴黎會議確實是電力系統專業知識的全球領先盛會。今年 8 月在巴黎舉行的 CIGRE 第二世紀第一屆會議，幫助世界為所有人提供可持續電力！

二、幫助加速能源轉型

CIGRE 電力系統社群處於分析、協作和解決方案開發的前沿，以實現能源轉型以實現脫碳。巴黎會議為這項工作提供了一個焦點。2022 年巴黎會議和 CIGRE 引領能源轉型，對於作為我們工作組和研究委員會成員的 CIGRE 人員來說，脫碳和能源轉型是 CIGRE 工作的基石也就不足為奇了。

不過，對於更廣泛的全球行業來說，我們的電力系統社群處於分析、協作和解決方案開發的最前沿，這可能會讓更廣泛的全球行業感到驚訝，這是能源轉型、應對氣候變

化和其他環境影響的重要工作。作為一個由技術工作驅動的組織，以及隨之而來的謙遜，提出這樣的主張並不存在於 CIGRE 的 DNA 中，但這並不意味著它是不真實的。事實上，CIGRE 對能源轉型的參與現在是該協會的主要活動，並且跨越了許多技術和環境領域的端到端電力系統。

隨著我們擺脫大流行並專注於 CIGRE 2 世紀的第一次巴黎會議，社群的工作使這個主題成為焦點，並且有大量的內容可以證明 CIGRE 的關鍵作用。例如，如果我們看一下會議上的優惠主題，我們會發現它們涵蓋了圍繞能源轉型的許多關鍵問題，以及這對行業意味著相應轉型。

該活動於 8 月 28 日星期日開幕，電力研究所 (EPRI) 首席執行官 Arshad Mansoor 博士發表了關於「彈性脫碳」的主題演講。然後在周一的開幕小組討論中，主要電力設備供應商就能源轉型進行了演講，其中包括日立能源的 Gerhard Salge 博士、西門子的 Tim Holt 先生和施耐德電氣的 Christophe Preve 先生。之後，會議的眾多子活動，包括 16 場小組討論會、研討會、教程和海報會議，都涉及能源轉型的關鍵方面。

CIGRE 在這一領域的活動也超出了會議範圍，CIGRE 工作組開展了大量工作。這包含在每年製作的 40 多本技術手冊中，涵蓋關鍵主題，例如 TB851 基於逆變器的發電的高滲透對網路系統慣量的影響、TB845 TSO-DSO 協作控制中心工具要求等等。

從對網路安全的日益增長的需求到規劃直流電網，CIGRE 的端到端能源轉型工作範圍廣泛，為當今電力系統專業人員處理的所有領域提供信息。

三、在海量技術展上了解全球電力系統行業最新創新成果

此次盛會匯聚了包括 300 多家參展商在內的所有主要行業參與者，為您帶來來自全球行業的所有最新創新、服務和產品。今年還首次設置了「創業館」，一定會引起極大的興趣。

2022 年的展覽將於 8 月 29 日星期一至 9 月 2 日星期五上午 9:00 開放。談到電力系統展覽，規模很重要。

2022 年全球技術展覽會規模確實很大——超過 300 家國際公司、技術和服務提供商代表了全球端到端電力系統的名人錄，佔地 17,300 平方米，橫跨會議宮的三個樓層。

CIGRE 的忠實參展商在疫情期間耐心等待，與我們的社群分享肯定會激發極大興趣的最新創新、服務和產品。

場地寬敞、現代，非常適合大型展覽和交流，可全面展示電力系統專業人士及其組織應對能源轉型挑戰等所需的所有產品和服務：

- 高壓設備

- 監測、控制和保護設備

- 測量、測試和診斷工具
- 來自電力公司和顧問的專業知識和專業知識
- 培訓工具 and 技術

隨著 2022 年巴黎會議恢復面對面形式，與大流行之前一樣，這一標誌性活動將照常進行。代表們將重新與我們的 CIGRE 社群面對面交流，再次享受面對面交流、創新和思想領導力的所有好處。

四、通過廣泛的交流機會擴大專業聯繫

巴黎會議提供了廣泛的機會，可以與志同道合的專業人士組成的全球社群結識新的聯繫人和網路。

何謂下一個創新構想？

今年巴黎會議的一個特色是「初創企業館」。作為大型技術展覽的新增項目，該展館將允許具有新想法和顛覆性創新的新公司參加巴黎會議，並向世界電力系統專業人士展示他們的技術。

展館首次亮相時就獲得了很高的訂閱量，到目前為止，共有 19 家公司在共享空間。這包括眾多創新獎項的獲獎者和一系列肯定會激發極大興趣的新技術。

在會議的每一天下午 12 點到 2.30 點之間，公司將在一個專門的展示區域內輪流展示他們引人入勝、有時甚至是突破性的技術。

位於技術展覽的一樓，按照 CIGRE 的傳統，我們希望展館能夠引起極大的興趣，並引發激烈的討論和辯論。

目前在新館註冊的 19 家初創公司是：

- Achillea Research, Inc.
- 適應性
- 加繆能源公司
- 生態焦耳能源有限公司
- 信封有限公司
- Gilytics AG
- GML Transmission Solutions SA，德國分公司
- 網格儀器
- 海姆達爾電源
- HEXACODE 解決方案
- LiveEO
- 馬賽克網格解決方案有限公司
- Optimal ENERGY SISTEMAS E SERVICOS DE INFORMACAO S/A

- 電力線專業版
- 羅索科技
- ALI GROUP SRL 的 Sunto
- Synaptec 有限公司
- Soraytec 斯堪的納維亞 AS
- Tagup Inc.

今年 8 月的巴黎會議，這是全球領先的電力系統專業知識盛會。我們很自豪能夠向我們的 CIGRE 社群和更廣泛的行業展示新技術和創新。

五、與同事、朋友和 CIGRE 社群重新建立聯繫

CIGRE 主席 Michel Augonnet 致辭時，說：「作為我們關鍵工作領域的領導者和專業人士，是時候讓我們的社群重新召集、重新聯繫和重新點燃我們獨特的協作精神，以迎接充滿活力的世界和不斷變化的電力系統的挑戰。」

近四年來，我們一直依靠電腦屏幕來連接我們的全球社群。成為 CIGRE 的成員不僅如此，它還是一個由朋友和同事組成的獨特社群，有著共同的目標——為世界上每個人提升電力系統專業知識和可持續電力。今天，當我們面臨一場毀滅性的戰爭並逐漸擺脫大流行病時，我們對所有受影響的人表示同情。我們也認識到，這些可怕的事件已將世界的注意力從迫切需要的能源轉型和脫碳上轉移開。因此，像 CIGRE 這樣的社群有責任繼續提高對這些關鍵問題的認識，以及全球電力系統在幫助應對這一挑戰方面的重要性。這使得我們的標誌性活動——巴黎會議比以往任何時候都更加重要。作為我們關鍵工作領域的領導者和專業人士，是時候讓我們的社群重新召集、重新聯繫和重新點燃我們獨特的協作精神，以迎接充滿活力的世界和不斷變化的電力系統的挑戰。

伍、本年會議主題：目標市場模型的基石：對面向未來的電力市場設計的願景

電力系統是能源轉型的核心。一方面，大部分可再生能源，如太陽能 and 風能，都是通過電力系統進入能源系統，將增加整個系統的天氣依賴性。另一方面，未來的能源需求，如電動汽車、熱泵供暖和工業流程，主要是對電能的需求。因此，電力系統規劃和運營的複雜性和動態性顯著增加。這些發展是由歐洲的雄心推動的，即到 2050 年實現歐盟綠色協議中規定的碳中和。

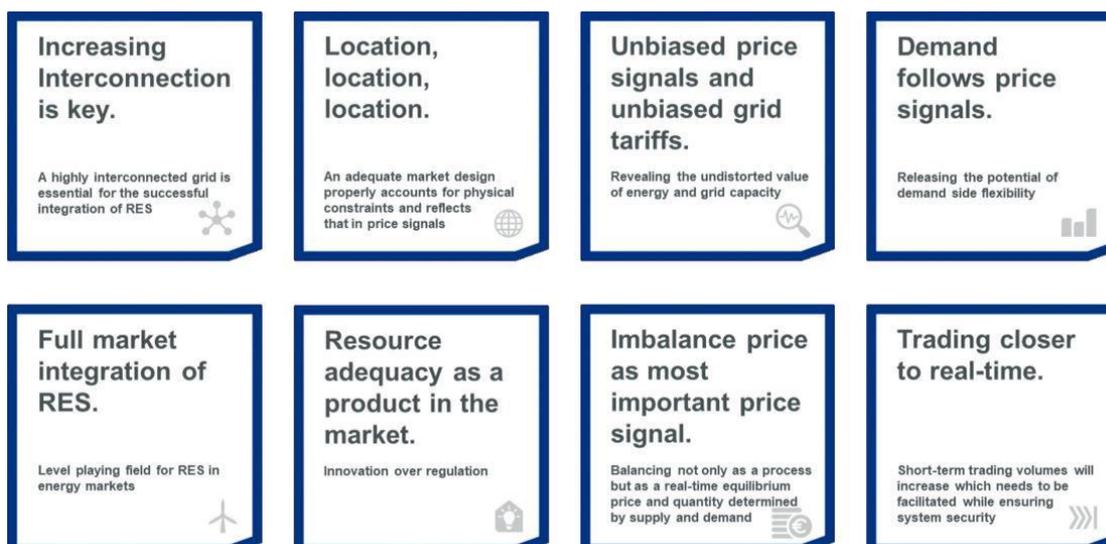
一、概述

這種基本的系統轉型伴隨著技術變革，從傳統的旋轉電機到基於電力電子的發電和負載，從純交流系統到混合交流和直流系統。確保資源和傳輸充足——儘管常規和可調度的發電廠退役——將是未來幾十年歐洲能源系統的關鍵。這給電力系統帶來了巨大的挑戰，尤其是對系統運營商而言，他們負責“保持燈亮”，以保持持續高水平的系統可靠性。

對於其中一些挑戰，不僅新的和創新的系統運行方式，而且面向未來的電力市場設計都將成為解決方案的一部分。設計良好的電力市場，允許根據供需確定價格，並為所有電網用戶提供非歧視性接入，這對於 1) 提供長期投資信號，2) 鼓勵資源的有效調度並實現有效利用網路，以及 3) 賦予能源消費者權力。為此，本文件的目的是根據最近的經濟研究和基於四個主要標準評估的市場設計方案的深入分析，總結面向未來和穩健的電力市場設計的關鍵設計要素：可負擔性、可持續性、供應安全和社會接受度。

二、八項關鍵設計元素

八個關鍵設計元素應該是目標市場模型的一部分，如圖所示。



目標市場模型的關鍵設計元素

(一)加強互聯互通是關鍵

市場整合對於成功整合可變再生能源 (vRES) 並確保整個歐洲的運營安全和資源充

足性至關重要。這需要作為一個整體進行有效的網路管理，從而導致對區域和歐洲層面的運營協調的需求日益增加。市場一體化需要一個監管框架，為高度互聯的歐洲電網的使用和投資提供正確的激勵措施。此外，市場設計需要考慮到網路的物理限制，以促進市場參與者之間的有效交易並確保市場的公平競爭環境。

(二)位置，位置，位置

有效的系統開發需要激勵市場活動的有效空間協調，即發電、需求、儲存、轉換/電解器與基礎設施。市場參與者在決策中至少應考慮結構性擁塞成本。

適當的投標區配置是反映成本的市場價格的先決條件。維持歐盟電力市場的區域模式意味著使用重新調度措施來緩解區域內的擁塞以及為這些服務提供足夠報酬的相關問題。基於成本和基於市場的薪酬機制都有其特定的優點和缺點。儘管區域模型有許多優點，但如果擁堵變得嚴重且在時間和空間上變化更大，節點市場設計可能是一種有效且有效的解決方案。除此之外，對受支持技術的區域激勵可以補充投資的空間導向。

(三)無偏見的價格信號和無偏見的電網電價

高效的系統集成需要不同能源載體和系統之間一致且公正的激勵措施。除了具有完全內部化碳成本的市場價格之外，能源價格組成部分和電網關稅（即稅收和徵稅）應該有助於反映生產和運輸能源載體的實際成本。因此，價格成分應該由（尚未）完全反映在市場價格中的外部性來推理，從而有助於技術和能源載體之間的公平競爭。

在以 vRES 為主導的市場中，電網規模與（峰值）生產的相關性比與（峰值）消費的相關性更高。因此，為了遵守公平、簡單、成本因果關係和效率等原則，未來的電網電價結構包含適用於所有歐洲電網用戶（包括生產者、產消者和存儲者）的基於容量（kW）的組件。

價格、其組成部分和電網關稅應在歐洲水平上保持一致，不應過度支持特定技術或應用，也不應扭曲市場價格的（運營）激勵措施。

(四)需求跟隨價格信號

在數字化和去中心化的推動下，小規模和工業規模的需求方需要並且將在增加能源系統的靈活性方面發揮決定性作用。對需求響應的正確激勵是在精心設計的市場中提供的，而不是通過專門的支持計劃或特殊的“需求響應產品”。應消除例如在稅收、徵稅和電網關稅方面的法規所設置的障礙。

需求響應（需求彈性）是市場的正常部分。所有市場和產品的設計都應使需求響應能夠平等參與。然而，解鎖需求響應的成本往往超過個人消費者的收益，因為系統中仍有足夠的其他廉價靈活性。然而，經驗表明，當價格上漲和波動性增加時，會觸發需求反應。

(五)RES 的全面市場整合

應通過市場價格信號鼓勵對可再生能源的投資和有效調度，以使其有效地融入市場

和電網。反映社會成本的嚴格二氧化碳定價增加了對綠色電力的需求，從而使市場能夠推動對可再生能源的投資。同時，由於可再生能源份額的增加導致市場價格下降，這為新負荷和新技术利用能源過剩提高市場價格提供了機會。

充分接觸市場信號會激勵 RES 生產商根據系統需求調整產量，並在輔助服務市場上提供靈活性/服務，從而增加批發電力的銷售收入。在中短期內，如果 RES 在當前市場條件下無法實現足夠的盈利能力，因此認為有必要採取政策/監管干預措施，則應將其設計為盡量減少能源市場的扭曲。

(六)作為市場產品的資源充足性

資源充足意味著在所有系統條件下都可以滿足能源需求。市場的一個基本設計特徵是為滿足可靠性標準所必需的資源投資提供以市場為導向的激勵措施。在日益依賴天氣的能源系統中，可調度資源將在供應稀缺時滿足電力需求方面發揮重要作用。

從市場設計的角度來看，需要解決的問題是如何為很少使用（在稀缺時期）的公司產能進行再融資。對於大多數投資者來說，這個問題比以往任何時候都更加重要，因為與過去相比，能源市場的收入不太確定，因此投資決策風險更大。因此，降低投資風險水平是觸發新投資的一種方式。此外，鼓勵消費者更好地響應價格信號有助於以具有成本效益的方式滿足資源充足性。從長遠來看，市場的設計應確保及時對新資源進行必要的投資。

(七)價格失衡是最重要的價格信號

平衡市場設計應適合所有連接，以在歐洲範圍內平衡責任並在市場上錨定責任。（不）平衡市場應該是市場的一個組成部分（給出能源的實時價格），而不僅僅是一個成本回收系統。不平衡價格是最後也是最重要的價格信號，它傳播回所有先前的細分市場，並且對於更接近實時的市場各方來說應該是透明和直接可見的。

(八)交易更接近實時

在自由化的能源市場中，交易是每個市場設計解決方案的核心，因為它使市場各方能夠有效地協調他們的支付意願和銷售意願。經過良好調整的產品促進了這種協調，這種協調越來越接近實時，並實現了福利最優的系統。

個別本地市場解決方案將被拒絕，因為它們會導致市場分散並增加複雜性。相反，市場准入應該盡可能容易，並且（分散的）能源應該在系統價值最高的地方使用，而不應該由某一方保留。

三、總結和結論

能源轉型的動力和加快向碳中和能源系統邁進的政治雄心需要對 RES 進行大量投資，並將其有效整合到系統中。

陸、每日小組討論會摘要

一、A1 旋轉電機

(一)簡介

8 月 30 日，A1 研究委員會 2022 年討論會在 Palais Havane 室召開 des Congrès 在上午和下午的會議上舉行。會議主要是面對面的，通過 ZOOM 線上出席。Sparkup 用作本地工具和線上互動。

(二)會議召開

會議由研究委員會主席 Kevin Mayor (瑞士) 主持，霍華德先生 Sedding (加拿大)、Johnny Rocha 先生 (巴西) 和 Steve Mitchell (英國) 作為特別記者。互動協調員是 Bouchra Wahdame (法國)。

主席宣布會議開幕，歡迎觀眾，並介紹了當前的範圍概述和研究委員會 A1 的戰略方向。提醒觀眾討論小組的形式會議、合規規則以及會議期間如何提交文稿。這隨後的會議由標準委主席和特別報告員主持文稿和討論。

(三)小組討論會

會議涵蓋三個專業主題，論文數量，準備和自發下表匯總的數量：

專業主題	收到的文章	提出的問題	完成的貢獻
1. 未來的世代組合	6	6	6
2. 電機資產管理	10	10	10
3. 旋轉電機的發展和運營經驗	8	8	6
總計	24	24	22

正式文稿準備充分，並解決了特別報告中提出的問題。全天約有 40-70 名代表參加了討論會議，參與和參與促成了大約 50 篇關於各種技術主題的自發貢獻。介紹了通過下一代網路 (NGN) 提交的準備好的文稿。進行了幾項調查，並使用 Sparkup 收到了問題。

在這一天的過程中，涵蓋了以下主題：

- 涉及旋轉電機的混合發電和儲能係統
- 增加慣量的同步調壓器應用方面
- 電機的局部放電測量和狀態監測與評估
- 機器學習和人工智能應用於旋轉機器狀態評估
- 與水冷和核電站應用相關的大型發電機設計方面
- 大型發電機軸的次同步振蕩的識別和緩解

演示文稿經過充分準備和呈現，作者能夠回答結果問題清晰而全面。觀眾的積極參與導致了一些深入、信息豐富和有趣的討論。

(四)結論

2022 SC A1 討論會議包括準備好的和自發的貢獻，涵蓋範圍廣泛與旋轉電機相關的技術主題。然而，與以往的小組討論會議相比，準備好的文稿更少這促進了對高度關注的具體主題進行更深入的討論。

會議普遍受到歡迎並參加，包括一些新的和年輕的參與者。如果遠程參與是未來巴黎會議的一個特點，那麼線上促進會很好至少在正式的貢獻展示期間展示貢獻和直接互動。

二、 A2 電力變壓器和電抗器

(一)簡介

研究委員會 A2 2022 年討論會於 8 月 30 日在 Amphitheatre Bleu 舉行 Palais des Congrès 全天會議。

GDM 與以下三個專業科目 (PS) 相關：

PS1：可再生能源發電變壓器的經驗與新要求

PS2：超越油浸式變壓器和電抗器

PS3：變壓器和電抗器採購的最佳實踐

一般統計

參加人數：全天共有 330 人參加，高峰期約 200 人（在上午的會議期間）。總共提交了 52 份準備好的文稿，解決了所有 21 個問題。

專題報導中，所有話題都引發了聽眾非常活躍的自發討論。

PS1

13 篇論文，6 個問題，1 篇 NGN 論文，對 6 個問題的 17 篇書面和陳述的貢獻。共有 13 份自發參與討論。

PS2

14 篇論文，6 個問題，對 6 個問題的 19 篇書面和陳述的貢獻。共有 16 份自發參與討論。

PS3

13 篇論文，9 個問題，對 9 個問題的 16 篇書面和陳述的貢獻。共有 24 篇自發的參與討論。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Pascal MUELLER 主持，Mahdi RAHIMBAKSH (PS1)、Zhongdong WANG (PS2)、Laetitia MAUGAIN (PS3) 為特別記者，Marc FOATA 為 SC A2 秘書。

上午的會議以主席對 SC A2 工作範圍的簡要總結開始。主席還簡要介紹了運行

GDM 的程序。主席隨後介紹了特約記者和專業主題，並表示特約記者將在每篇 PS 結束後的投稿人介紹之前對每個專業主題進行簡要討論。

(三)對專業主題 1 的貢獻

1. 專業主題 1 (PS1) “可再生能源發電變壓器的經驗和新要求” 準備的文稿包括：

- 採用芳綸材料和機械應力分佈等可再生能源升壓變壓器設計，以滿足振動、搖擺和冷卻等特殊要求。
- 對於光伏轉換器，在熱和介電設計期間應考慮特定諧波含量、頻繁開關（浪湧電流）和不平衡負載。此外，遠程安裝可能需要特殊的環境因素，例如可生物降解性和絕緣液體的高閃點。此外，可以將變壓器斷電或將電壓降低至接近 0 V，以減少夜間的空載損耗。
- 變壓器的數字化有助於提高檢查訪問受限或複雜的設施的運行透明度和狀態監測。
- 關於高壓直流變壓器的狀態評估，選擇合適的診斷方法並結合這些方法有助於改善狀態評估，包括 OLTC。對於套管故障，建議使用垂直安裝的套管，以防止絕緣洩漏時絕緣損失。此外，水龍頭上的介電應力對繞組進行了研究，結果是當前的設計實踐已經考慮了應力。
- 為 PC 應用使用乾帶式或液浸式 GSU 變壓器的決定應特別考慮變壓器的溫度環境。乾式變壓器應具有良好的溫度控制環境，而液浸式變壓器由於具有更好的冷卻性能，可用於更惡劣的環境。
- 如果在特定情況下適用，可以通過使用 VSC 技術而不是 LCC 技術來減輕增加的諧波。

在第一輪討論中，有 13 名來自觀眾和 Web 應用程序的自發貢獻。

2. 專業主題演講 PS1

PS1 的主題演講由 Tara-Lee McARTHUR 發表，標題為“10 分鐘內的 10 條變壓器採購技巧”。

3. NGN 演示

PS1 Christian PÖBNIKER “電力變壓器中的氣泡形成——未來網路可靠性的潛在風險？”

(四)對專業主題 2 的貢獻

1. 專業主題 2 (PS2) “超越油浸式變壓器和電抗器” 準備的文稿包括：

- 新的變壓器設計理念：新的設計理念是可用的，也可以是現有變壓器設計的經濟有效的替代方案。需要針對每個單獨的項目評估新設計的適用性。
- 替代變壓器技術的可靠性經驗：使用高達 574 MVA 的替代液浸式變壓器獲得了積極的經驗。根據具體應用，應採用設計和絕緣液。乾式變壓器主要受絕緣老化和隨後引起的絕緣擊穿的影響。

- 要求苛刻的應用中的維護挑戰：液浸式變壓器的維護可能類似。乾式變壓器可能需要特殊維護，具體取決於具體環境。
- 新型替代變壓器設計：需要進一步研究以研究變壓器替代設計中的套管、OLTC 和墊圈等組件。
- 高溫下替代變壓器設計的經驗：提出了不同的案例研究和測試，具有積極的經驗。使用替代絕緣液體有助於生產環保且具有成本效益的定制解決方案。特定液體的使用取決於具體項目的實際應用和邊界條件。
- SST 的前景：SST 的發展受到電動汽車、鐵路系統和 MVDC 配電等應用的推動。在第一輪討論中，有 16 名來自觀眾和 Web 應用程序的自發貢獻。

2. 專業主題演講 PS2

PS2 的主題演講由 Janusz SZCZECZOWSKI 發表，題為“可再生能源變壓器的經驗和新要求”。

3. NGN 演示 PS2

Pedro J. QUITANILLA “使用熱分佈測試平台模型和 CFD 方法的設計分析新的介電流體替代品”。

(五)對專業主題 3 的貢獻

1. 專業主題 3 (PS3) 的準備稿是“變壓器和電抗器採購的最佳實踐”，包括：

- 組件的認證、規範、標準化和壽命終止：提供了不同的示例，其中製造商和用戶使用標準化與認證和規範相結合，以降低成本並提高資產的可靠性、可持續性和可用性。
- 由於 COVID-19 造成的變化：由於 COVID-19，遠程檢查被使用並且仍在使用。然而，遠程檢查也可能會引入流程的漏洞，例如由於不同時區。
- 變壓器中的壓敏電阻：如果可以採用設計，可以避免使用壓敏電阻。如果設計採用不可行，則可能需要使用壓敏電阻。目前沒有最佳實踐來跟踪壓敏電阻在整個生命週期內的狀況。建議使用 1 mA DC 指紋測量來跟踪壓敏電阻的狀況。
- 黑白盒變壓器模型：製造商使用白盒模型進行變壓器的電氣設計。出於不同的目的，黑盒模型可以從白盒模型中衍生出來。研究表明，無需考慮超快速瞬變 (VFT) 的額外餘量。設計中已經考慮了 VFT。
- 短路測試：製造商不時就短路測試達成一致，而不僅僅依靠數值計算。應使用滿量程短路測試來提高模型的準確性。
- GIC 能力：為了驗證變壓器的 GIC 能力，可以使用數值計算方法來評估變壓器在 GIC 偏置下的電氣和熱能力。場或實驗室測量需要特殊的實驗室設備和足夠大的電源。

在第一輪討論中，有 24 名來自觀眾和 Web 應用程序的自發貢獻。

主題演講 PS3

2.PS2 的專業主題演講

由 Fabio SCATIGGIO 發表，標題為“超越礦物油變壓器”

3.NGN 演示 PS3

Pablo NARVAEZ “在處理對超高壓感應設備的工廠驗收測試進行遠程檢查時的經驗和風險”。

(六)結論

共有 52 篇書面和提交的稿件，以及 53 篇自發的稿件、建議和評論，提供了許多有趣的方面並激發了有益的討論。

三、A3 輸配電設備

(一)簡介

研究委員會 A3 2022 年小組討論會於 2022 年 9 月 2 日上午和下午在法國巴黎會議宮的波爾多會議室舉行。

討論組會議由研究委員會主席 Nenad Uzelac (美國) 主持，Rene Smeets (荷蘭)、Nicola Gariboldi (中國)、Tadao Minagawa (日本)、Wayne Pepper (澳大利亞)、Erik Sperling (中國) 擔任特別代表記者和 Frank Richter (DE) 擔任 SC A3 秘書。Martin Kriegel (CH) 擔任交互經理。協調工作的雷內·斯梅茨率領特約記者團隊。

如專題報導所述，3 個專業科目收到的論文分為四組，共 20 道題。討論也集中在這些組中，它們的名稱如下：

1. 雜項 T&D 設備和系統 (16 篇論文)，由 Tadao Minagawa 和 Wayne Pepper 主持
2. SF6 替代品 (18 篇論文)，由 Rene Smeets 主持
3. Nicola Gariboldi 主持的資產管理、監控和診斷 (9 篇論文)
4. Eric Sperling 主持的互感器和數字化 (9 篇論文)

將它們劃分為主題而不是將它們排序為專業主題的優勢在於，由於 SCA3 中處理的範圍廣泛，因此可以更好、更具體地解決專家問題。這導致了非常好的平均參與率。

(二)會議召開

主席對與會者表示歡迎。他簡要介紹了 A3 研究委員會和正在進行的工作。在引入主席之後，進行了一次 SparkUp 民意調查，以與觀眾進行更多互動。

SparkUp 總是在休息後和中間用於進行投票和討論禮堂轉移的問題。

特約記者講解分組討論的流程。每個主題都有一個介紹性講座。在此，特邀專家提出了主題 2 和 4：

Nina Stoa-Aanensen 的主題 2 和 Paolo Mazza 的主題 4。開始是由下一代網

路談話。Abigail Zafris 對“用於資產故障預防的監控數據管理”做出了傑出貢獻。

(三)專業主題 1：其他 T&D 設備和系統

16 份報告被歸類到這個主題，特別報告中提出了 6 個問題。

在兩份報告中討論了發電機斷路器 (GCB)，並提出了關於雙饋感應發電機中延遲零電流的兩份準備好的貢獻。WG A3.46 召集人就該問題的研究現狀發表了自發性的發言。兩份報告描述了 HVDC 開關設備和與標準化相關的相關技術挑戰，並由五份準備好的文稿進行了討論。針對“真空斷續器中的金屬氣相沉積”、“高分辨率/高帶寬測量的可控開關”和“高溫超導故障電流限制器”三份報告的問題，對新一代輸變電設備的技術進行了改進。由四個準備好的文稿討論。

三份報告中描述的與“使用數字化的安全性”相關的經驗由兩份準備好的文稿介紹。專題報告中提出了設備管理中的“過載”、“調試”和“使用壽命”等問題，並通過四篇準備好的文稿介紹了該問題的經驗。兩份報告描述了監測中數據管理的技術挑戰，並在準備好的文稿中提出了與污染嚴重程度相關的隔離開關的監測和診斷的考慮。

(四)專業主題 2：SF6 替代品

十八 (18) 份經過審查的報告屬於該主題。在 GDM 中，來自六個國家的 20 位準備好的投稿人討論了特別報告中的七個問題。在此之前，來自挪威的 Nina Støa-Aanensen 概述了本主題中技術的緊迫性和實際狀態，她是 WG A3.41 無 SF6 開關設備電流中斷的主要成員。

問題涉及以下主題：

1. 填充壓力增加的可能影響 (GDM 中的四個準備貢獻)
2. 回填問題和密封件/墊圈的作用 (一項貢獻)
3. “新氣體”對溫升性能的影響 (三個貢獻)
4. 多斷路斷路器應用 (兩篇貢獻)
5. 高壓無 SF6 開關設備的尺寸、重量和占地面積 (三個貢獻)
6. 替代氣體管理 (兩篇貢獻)
7. 將各種新混合物統一為一刀切的解決方案？ (五個貢獻)

兩個貢獻是在中壓開關設備上，所有其他貢獻都涉及高壓設備，包括 LPIT。十七 (17) 份貢獻來自製造商，主要是為了消除可能的擔憂。一個來自 TSO，兩個代表國家製造商組織。自發投稿 (大約 15 篇短文) 主要直接來自觀眾。

(五)專業主題 3：資產管理、監控和診斷

來自六個國家的九 (9) 份報告被歸入這一類別。提出了三個問題特別報告，其中兩份在六 (6) 份文稿中進行了討論。

受控開關是一個處理不同方面的話題，例如對介電強度下降率 (RDDs) 的詳細定量評估、並聯電抗器開關時的過電壓限制、電容器組插入、在為電力變壓器供電時限制浪

湧電流。

前景似乎是作為控制和保護設備中的可配置軟件模塊集成到 IEC 61850 中。

來自法國、瑞典和澳大利亞的三份報告回答了特別報告中關於受控開關技術和集成到 IEC 61850 數字變電所中的可能性的問題 14。貢獻可以總結如下。

澳大利亞和新西蘭在不同應用領域積累了 25 年的經驗。通過 IEC 61850 進行集成以及為各種 CB 品牌使用 POW 型繼電器已被確認為前景。

對這項技術的需求不斷增長是因為它變得越來越受信任，並且已被證明是限制各種應用過電壓的最有效解決方案。關於調試和適當的培訓存在一些問題。

特別是關於資產管理、監控和診斷的五份報告側重於不同方面，例如基於常用參數的 SF6 斷路器的健康指數和可靠性評估方法、人工智能 (AI) 的應用、新型無線傳感器、物聯網 (IoT) 和模式識別。總而言之，目標是通過更有效地利用資源和製成本來提高資產可靠性。還有一個建議是對高壓斷路器進行更傳統的離線測試。結果表明，與目前的做法相比，高壓斷路器可以保持兩側接地，以提高測試人員的危險性和安全性。

針對專門針對公用事業的問題 16，提交了三份文稿來回答該問題：兩份來自日本，一份來自法國。

通過線上訪問數據進行持續監控，可以更快地響應和傳輸數據以進行後處理和分析。無線通信使安裝更容易，但需要進行特殊調整以確保可以到達變電所中的所有組件。

無論使用何種策略或技術，都證實提高維護效率和降低成本是驅動動力。其中一項貢獻是斷路器檢查的勞動效率提高了 70% 以上。另一個案例研究表明，檢查間隔可以從 6 年延長到 24 年。

(六)專業主題 4：互感器和數字化

主題四總結了九份報告。傳送了六份關於傳統或低功率互感器的報告。三份報告側重於監控方面、機器學習和數字雙胞胎，以及基於風險的 IT 更換。

討論開始前，Paolo Mazza (意大利) 通過衝動講座介紹了該主題，並展示了不同類型互感器在應用和標準化方面面臨的挑戰。

在特別報告中提出了四個問題，並得到了七篇文章的回答。

最後，主席結束了會議，感謝所有參與者的討論，並暗示將在接下來在伯明翰 (英國) 和凱恩斯 (澳大利亞) 舉行的兩個計劃活動中繼續討論。

(七)結論

顯示了 51 份準備好的文稿。小組中多次自發貢獻討論會。在大多數貢獻之後進行了可能更活躍的討論。用於禮堂互動參與的 Sparkup 工具是一種豐富的工具。自發的貢獻和建議提供了許多有趣的想法。從技術角度來看，所有參與者都對此次會議感興趣。參加人數超過 130 人 (上午會議期間)，平均超過 70 人。

四、B1 絕緣電纜

(一)簡介

B1 研究委員會 2022 年討論會於 8 月 31 日上午和下午在巴黎會議宮的藍色圓形劇場舉行。

(二)會議召開

研究委員會 2022 年討論組會議由研究委員會主席 Marco Marelli 主持，Danijela Palmgreen、Carla Damasceno、Rusty Bascom 和 Candy Liu 為特約記者，Matthieu Cabau 為 SC B1 秘書。即將上任的研究委員會主席 Geir Clasen 也出席了會議。

- 專業主題 1 (PS1)：從經驗中學習
- 專業主題 2 (PS2)：未來的功能和應用
- 專業主題 3 (PS3)：邁向可持續發展

一般統計：

參與者：高峰期（上午時段）超過 305 人，平均超過 240 人。

所有主題都激發了非常活躍的討論。共有 53 篇論文，15 個問題，導致 40 篇準備好的論文。

下文報告每個優惠主題的準備貢獻數量的詳細信息。

由準備好的貢獻產生的生動討論有幾個項目（問題、答案、評論），這些項目被認為是大約 80 個自發的貢獻。

嘉賓介紹：

丹麥提交了一份文稿——與未來能源島相關的電纜相關挑戰 Poul-Jacob Vilhelmsen

NGN 展示工程師介紹：

提交了來自加拿大 (PS1) 的文稿——“在壓力損失後恢復 69 kV SCFF 電纜系統的經驗和見解”

(三)對專業主題 1 的貢獻

PS1 - 從經驗中學習

- 設計、製造、安裝技術、維護和操作，
- 質量、監控、狀態評估、診斷測試、故障定位、升級和升級方法和相關管理，
- 從許可、同意和實施中吸取的教訓。

PS1 吸引了來自 23 個不同國家的作者並產生了 35 篇論文。

特別報告有 6 個關於 PS1 的問題，導致 20 份準備好的文稿

(四)對專業主題 2 的貢獻

PS2 - 未來的功能和應用

- 創新電纜和系統，探索極限，

- 電力電纜在未來電網中的作用和要求，
 - 物聯網、大數據和工業 4.0 對電力電纜系統的潛在影響。
- PS2 吸引了來自 12 個不同國家的作者並產生了 15 篇論文特別報告有 5 個關於 PS2 的問題，導致 11 份準備好的文稿

(五) 對專業主題 3 的貢獻

PS3 - 邁向可持續發展

- 影響當前、計劃和未來電纜系統的環境挑戰，
 - 安全考慮、網路和物理安全，包括案例研究，
 - 促進所有人獲得負擔得起、可靠、可持續的配電和輸電電纜線路的項目和舉措
- 該專業課題吸引了 3 篇論文。

特別報告有 4 個問題，導致 9 個準備好的文稿。

五、 B2 架空線

(一)簡介

B2 研究委員會 2022 年小組討論會於 9 月 1 日上午和下午在國會宮大圓形劇場舉行。

SC B2 為 2022 屆會議選擇了三個專業主題。 PS3 是與 SC C3 的聯合 PS B2。 PS 1 新 OHL 設計和施工中的挑戰和新解決方案

- 可靠性、可用性、未來氣候參數、更頻繁的極端負載、防盜、防破壞設計
- AC/DC 混合線路，多用途，例如可再生能源、電信
- OHL 具有挑戰性的建設項目：多條線路、高塔、大跨度、大風和冰、高海拔、地質、進入現場、沒有適當的機械、長線路和可靠性標準的變化等。 PS 2 資產管理、容量增強、翻新方面的最新技術
- 自然災害和其他緊急情況的準備和對策
- 基於監控、維護、操作、歷史數據的更換決策
- 加強現有線路以提高可靠性、載流量和使用壽命聯合 PS 3 B2 與 C3：OHL 的環境和安全方面
- 施工和維護生產線的工人安全，例如：設備、方法
- 減少新的和現有的 OHL 對環境的影響
- 應對環境挑戰的創新工程解決方案/設計

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Herbert Lugschitz 主持，特別記者 Anish Anand (PS1)、Balint Nemeth (PS2)、Randy Grass (PS3/C3) 和 Stefan Steevens (PS3/B2) 和 Wolfgang Troppauer 擔任 SC B2 秘書。

SC C3 Mercedes Vázquez 的主席出席了 JPS3 的討論。

即將上任的 B2 研究委員會主席 Pierre van Dyke 也出席了會議。

(三) 對專業主題 1 的貢獻

近年來，世界各地的電力傳輸行業大幅擴張，在許多大洲都有大規模的增加。能源轉型發揮著至關重要的作用，可再生能源也在全球範圍內增長，需要新線路以及有效利用現有線路。新架空線路的可持續發展和建設一直是需要創新技術和解決方案的挑戰。專業主題一“新 OHL 的設計和建造中的挑戰和新解決方案”有以下三個子主題：

- 可靠性、可用性、未來氣候參數、更頻繁的極端負載、防盜、防破壞設計
- AC/DC 混合線路，多用途，例如可再生能源、電信
- OHL 具有挑戰性的建設項目：多條線路、高塔、大跨度、大風和冰、高海拔、地質、進入現場、沒有適當的機械、長線路和可靠性標準的變化等。

共有 22 篇論文被來自 14 個國家的作者在 PS 下接受，這些論文分為三組：

1. 設計相關——11 篇分享新型設計、設計理念、方法論等經驗的論文。
2. 施工相關——6 篇論文分享與施工挑戰和新技术相關的經驗，採用的設計方案
3. 操作相關——5 篇論文分享現場調查、干擾方面、操作經驗、故障概率分析等。

特別報告共提出了 14 個關於 PS-1 論文的問題。GDM 接受了 12 份關於特約記者問題的投稿。

提出的貢獻是關於絕緣設計、絕緣子選擇和重污染地區 RTV 塗層性能的重要主題；新的架空線設計方法/標準，以應對氣候變化引起的冰和風荷載；使用鋁合金塔架方便直升機在困難地區的架設；在困難地區搬遷和建設新線路的挑戰；加強現有塔樓；以及在油氣管道附近建設線路的要求。

此次會議引起了在場觀眾的熱烈反響，16 名觀眾自發的投稿也被納入討論。

(四) 對專業主題 2 的貢獻

電網中的大多數資產已經遠遠超過了預期的 50 歲，在某些情況下達到了 60 到 70 歲。各部門（即供暖、交通）的可再生能源和電氣化將對輸配電網路造成巨大的額外壓力，因此需要採取有針對性的行動

確保電網可靠性。與氣候相關的極端事件（例如風暴、洪水）在歐洲變得越來越普遍。

根據歐洲環境署的數據，從 1980 年到 2019 年，與氣候相關的極端事件在歐洲經濟區成員國造成的經濟損失總額估計為 4460 億歐元。公用事業公司需要實施新戰略，以服務於新的和不斷變化的需求模式。當代和未來趨勢（如自我消費、行業電氣化）或日益嚴重的公共衛生挑戰（如 COVID-19 限制、在家工作/學習）需要新的遠程資產維護協議、供應來源和修訂的資本計劃專業事項。

本次專業課題有大量 25 篇論文被邀請到以下主題：

- 自然災害和其他緊急情況的準備和對策，
- 基於監控、維護、操作、歷史數據的更換決策，
- 加強現有線路以提高可靠性、載流量和使用壽命。

在巴黎會議期間，分五組介紹了以下文稿：

- 第 1 組：絕緣子資產管理：4 篇論文 / 1 篇貢獻
- 第 2 組：CONDUCTOR 資產管理：7 篇論文 / 5 篇貢獻
- 第 3 組：TOWER 資產管理：3 篇論文 / 3 篇貢獻
- 第 4 組：DLR 和 ICING 資產管理：5 篇論文 / 5 篇貢獻
- 第 5 組：人工智能和數據分析資產管理：3 篇論文 / 1 篇貢獻

為了支持 CIGRE 的下一代網路計劃，PS2 包括了三個 NGN 演示文稿和文稿。演講和討論的結論可以簡要總結如下：絕緣子塗層進行了富有成果的討論，包括分

享實用經驗、技術以及例如。塗層絕緣子的處理取決於所用材料的化學性質。與基於新型導體相關的同意需要進一步研究以進行壽命終止計算，例如磁芯類型。與 DLR 相關的貢獻最多（21 個現場），從傳感器、臨界跨度分析、算法、天氣等角度討論了幾個方面，介紹了一種新型哲學，並同意近期將在科學和操作層面上進一步發展。

(五) 對聯合專業主題 3 (SC B2 和 SC C3) 的貢獻

在設計、施工和運營階段，有關 OHL 的環境和安全方面越來越廣為人知、被評估、敏感並被考慮在內。這些方面正在尋找更好的方法來保護安裝和維護期間的生產線工人、限制視覺影響並提高社會接受度（塔、油漆、程序.....）。它還可能包括利用新的和創新技術來監測或限制諸如 EMF、可聽噪聲、線路絕緣、硬件條件、優化塔和導體配置，以及開發評估影響和模擬、在實驗室測試的方法、工具或在現場。

B2/C3 聯合專業主題 3 (PS3) 的主題是“OHL 的環境和安全方面”包括：

- 子類別一：建設和維護線路的工人安全，例如設備、方法
 - 子類別二：減少新的和現有的 OHL 對環境的影響
 - 子類別三：應對環境挑戰的創新工程解決方案/設計
- 提交論文摘要：

來自八個不同國家的二十一 (21) 篇論文被提交給 PS3。這些論文與 SC 定義的三個子組大致一致，如下所示：

- 子類別一：建設和維護線路的工人安全，例如設備、方法
 - o 論文：10135、10152、10546、10888、10908、10915
- 子類別二：減少新的和現有的 OHL 對環境的影響
 - o 論文：10489、10531、10306、10361、10576、10889
- 子類別三：應對環境挑戰的創新工程解決方案/設計

o 論文：11086、10138、10146、10304、10448、10719、10775、10776、11145

我們對三個小組進行了很好的討論。介紹和討論的結論可簡要概括如下。

第 1 組的討論主要集中在一線工人的安全上，重點是工人的健康和設備以及新的傳感器技術，以進一步提高安全性。

第 2 組討論的重點是減少環境影響，包括減少各種設計和施工方案的二氧化碳排放量以及圍繞鳥類飛行轉向器的幾個主題。

第 3 組討論有關使用人工智能和創新臨時通道的野火探測系統的問題。

(六)結論

GDM 共接收 68 篇論文。準備好的貢獻來自 15 個國家，佔 30% 其中來自日本。

共有 53 名來自觀眾的自發發言和聊天引發了熱烈的會議。討論最多的話題是：

- 氣候變化和冰雪負載的確定
- 絕緣子污染和測試方法
- 具有關於老化的新發現的複合導體芯
- 動態線路評級方法的技術方面
- 工人的安全和新培訓方法的使用（虛擬現實）
- 鳥類保護
- 線路架設期間的環保方法

B2 和 C3 主席感謝特約記者、秘書和論文作者為籌備會議所做的大量工作。他們還感謝準備好的和自發的貢獻以及關於它們的參與討論。

六、B3 變電所和電氣裝置

(一)簡介

B3 研究委員會 2022 年討論會於 8 月 30 日（星期二）上午和下午在會議宮的大圓形劇場舉行。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Koji Kawakita 主持，Mark Osborne、Mark McVey、Uwe Schichler 為 B3 特別記者，Samuel Nguéfeu 為 SC B3 秘書。

專業主題 3 是與 B5 的聯合活動，B5 主席 Rannveig Løken 與特約記者 Peter Kreutzer 和 B5 秘書 Richard Adams 一同出席。

來自觀眾的貢獻也通過使用 Sparkup 應用程序啟用，以允許線上提問和回答問題。Sparkup 應用程序和問題由 Caterina Toigo 管理。

(三)對專業主題 1 的貢獻

PS1：清潔能源轉型對變電所設計的影響增加

- 海上風電、光伏、地熱等。
- 儲能、氫氣、同步補償器等。
- DC 網路的 GIS/GIL 應用。

特別報告中提出了 4 個問題，其中有 13 份準備好的文稿。這些涵蓋的主題包括了解電力電子應用給網路帶來的日益複雜的問題，以及替換 SF6 填充應用所面臨的挑戰和機遇。

(四) 對專業主題 2 的貢獻

PS2。變電所的可持續性管理挑戰

- 變電所干預的外部驅動因素（彈性、可靠性、供電安全、預期壽命協調等）
- SF6 替代品和排放管理、材料的 3R（再利用、減少、回收）。
- 新技術、知識轉移和高標準的工程技能教育的新技能。

特別報告中提出了 3 個問題，有 17 份已準備好的稿件。關鍵主題包括 SF6 氣體置換挑戰和有效培養未來工程勞動力所需的知識轉移。

(五) 對專業主題 3 的貢獻

PS3。變電所智能集成。這是與 B5 的聯合 PS。

- 數據分析、遠程監控和自治應用。
- 基於保護自動化和控制數據的物聯網和機器學習應用程序，包括資產管理、監控和數據分析。
- 數字變電所的期望和收益。

特別報告提出了 7 個問題，其中 3 個是關於變電所的，另外 4 個是關於 B5 要素的。B3 有 18 個準備好的文稿，B5 有 24 個文稿。

提出的關鍵方面包括物聯網實施、數據所有權和分析服務的提供。

B5 的貢獻側重於數字功能的更廣泛優勢以及通過 IEC 61850 提供的增強功能。除了準備好的演示文稿外，還圍繞 LCA 和低 GWP GIS 解決方案的使用進行了自發的討論。

(六) 結論

本次會議共有 72 篇論文涉及 3 個專業主題，其中 PS1 13 篇，PS2 17 篇，PS3 42 篇。收到了來自 19 個不同國家的文稿。

NGN Showcase 演講由 NGN 成員 Takuya Yamamura（日本）在專業主題 2 中進行，主題為“通過引入環保型配電變電所為減少全球環境影響做出貢獻”。

儘管議程已滿並專注於準備好的文稿，但仍有一些機會進行富有成果的討論。Sparkup 為觀眾的提問和評論提供了一個靈活的平台。並非所有 Sparkup 評論都能夠實時處理，但將在幾週內與一般報告一起提供回復。

七、B4 直流系統和電力電子設備

(一)簡介

B4 研究委員會 2022 年討論會於 8 月 31 日上午和下午在國會宮大圓形劇場舉行。大約 150-200 名現場代表和大約 7-10 名遠程代表參加了 B4 GDM 會議。研究委員會 B4 在 2022 CIGRE 期間涵蓋的 67 篇論文以及特別報告中由 Kamran Sharifabadi、Ricardo Tenorio 和 Christian Winter 準備的 21 個問題作為討論的基礎。討論包括 60 份準備好的文稿，一份來自 CIGRE 青年 (NGN) 成員的特邀報告。特別報告員鼓勵自發投稿，結果有 32 份自發投稿，其中之一包括遠程代表的自發投稿。提交的大量文稿反映了對專業主題以及 HVDC 和電力電子領域的廣泛興趣。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Joanne Hu 主持，Kamran Sharifabadi、Ricardo Tenori 和 Christian Winter 擔任特別記者，Rebecca Ostash 擔任 SC B4 秘書。

技術會議涵蓋了三個專業主題：

PS 1 HVDC 系統及其應用

- 規劃和實施新的高壓直流輸電項目，包括需求、理由、設計、可再生能源整合、環境評估和經濟評估。
- 應用包括網路安全和先進控制在內的新技術來解決新出現的網路問題、直流電網、多終端高壓直流輸電、混合高壓直流輸電系統。
- 現有 HVDC 系統的翻新和升級、換流站（包括海上換流器）的服務和運營經驗，以及將交流電路轉換為直流電路對換流器設備的影響。

PS 2 DC 用於配電系統

- 配電系統直流轉換器的新概念、技術和設計。

PS 3 FACTS 和電力電子 (PE)

- 規劃和實施新的 FACTS 和其他 PE 設備，包括整合可再生能源的需求、理由、環境和經濟評估。
- 在 FACTS 和其他 PE 設備中應用新技術，包括與網路的接口生成和存儲。
- 現有 FACTS 和其他 PE 設備、服務和運營經驗的翻新和升級。

這些論文代表了 HVDC 和 MVDC 系統許多方面的最新信息，以及從規劃、設計、施工、測試到運營各個階段的 FACTS 方案，包括：

- HVDC 規劃、控制、保護、運行、設計和性能
- VSC HVDC 應用中的故障穿越和清除
- 高壓直流改造
- HVDC 應用中的諧波和濾波
- 海上高壓直流輸電

- 直流電網
- 多終端和混合 (LCC+VSC) HVDC 系統
- HVDC 多供應商問題
- HVDC 和 MVDC 應用的實驗室和現場測試
- HVDC 統計、可靠性可用性和可維護性 (RAM)
- DC/DC 轉換器
- SVC 和 STATCOM 應用程序
- 其他 FACTS 應用程序
- 網格形成應用

GDM 會議於上午 9:00 (CEST) 開始，Joanne Hu 致開幕詞，一直持續到下午 5:30 (CEST)，中間有兩次 30 分鐘的休息時間和 2 小時的午餐休息時間。

(三)對專業主題 1 的貢獻

2022 年在 PS1 學科下接受了四十九 (49) 篇論文。PS1 特別報告中提出了十四 (14) 個問題，總共收到了四十一 (41) 份針對這些問題的答复。

(四)對專業主題 1/2 的貢獻

2022 年接受了四 (4) 篇 PS1 和 PS2 主題的論文。本次會議 PS1 和 PS2 就相關事宜歸為一個主題。在 PS1/PS2 的特別報告中提出了一 (1) 個問題，針對這些問題共收到三 (3) 份文稿。

(五)對專業主題 3 的貢獻

2022 年接受了八 (8) 篇 PS3 主題的論文。PS3 特別報告中提出了兩 (2) 個問題，針對這些問題共收到了八 (8) 份文稿。

(六)對專業主題的貢獻—特殊專業

2022 年接受了六 (6) 篇專題論文。這個特殊主題是後來在觀察到一些主題值得特別關注時創建的，例如網格形成轉換器。在這個專題中，有兩 (2) 個問題和八 (8) 個貢獻。

(六)結論

CIGRE 2022 會議對於 B4 研究委員會來說是一次成功的活動。GDM 包括 60 份被接受的文稿、一份受邀的 NGN 演示文稿和 32 份自發的文稿。

直流系統和電力電子仍然是全球關注和參與的話題。

CIGRE 通過向世界各地的工程師提供豐富的技術信息，並為詳細的技術討論和經驗交流提供論壇，在進一步發展這項技術方面發揮著重要作用。在本次會議中，一個熱門話題是並網轉換器及其在當前和未來電力系統中的應用。

八、B5 保護和自動化

(一)簡介

B5 研究委員會 2022 年討論會於 2022 年 9 月 2 日星期五在會議宮的大圓形劇場舉行了上午和下午的會議。共有 350 人參加了會議

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Rannveig S. J. Løken 主持，Sean McGuinness (IE, PS1) 和 Nirmal Nair (NZ, PS2) 擔任 B5 特別記者，Richard Adams 擔任 SC B5 秘書。畢天舒 (CN, PS2) 也是 B5 特約記者，但在會議期間沒有出席。

專業主題 3 是 SC B3 和 B5 與特別記者 Peter Kreutzer (CH, PS3) 的聯合活動。會議的這一部分包含在 8 月 30 日星期二 SC B3 的每日總結報告中。

主席通過歡迎聽眾並向他們介紹了 B5 研究委員會的工作狀態來宣布會議開幕。聽眾被告知一般性討論會議的形式，該會議基於來自以下問題的問題

2022 屆會議論文基礎特約記者。兩場會議中的每一場都有特別記者的開幕報告，隨後是準備好的文稿，在 4 分鐘的時段內呈現。

在會議結束時，觀眾在可能的情況下從大圓形劇場的自發貢獻，並且還通過使用 Sparkup 應用程序啟用，以允許線上提問和回答問題。Sparkup 應用程序和問題由 SC B5 秘書 Richard Adams 管理。特別記者在每場會議結束時都有總結報告。

主席在會議結束時感謝觀眾的貢獻，並在 2022 年向 B5 研究委員會頒發了獎項。

(三)對專業主題 1 的貢獻

PS1 - 解決具有低慣量和低故障電流水平的網路中與保護相關的挑戰

- 資產保護挑戰和系統保護挑戰
- 保護方案：最佳實踐、電網規範的作用以及逆變器特性和規格的影響
- 新的資產保護原則、逆變器技術的進步、系統監控和狀態估計以幫助資產和系統保護 在特別報告中提出了 8 個問題，其中有 27 個準備好的文稿。

(四)對專業主題 2 的貢獻

PS2 - 新興技術在保護、自動化和控制方面的應用

- 虛擬化;數字孿生、獨立於硬件的保護自動化和控制功能、集中式保護系統、
- 交流和直流電網的新保護原則和監測原則，包括使用新傳感器以及更好地使用當今的傳感器和過程接口。

特別報告中提出了 6 個問題，其中有 32 份準備好的文稿。

(六)結論

本次會議共有 59 篇文章涉及 2 個專業主題，其中 PS1 為 27 篇，PS2 為 32 篇。

收到了來自超過 23 個不同國家的文稿。

儘管議程已滿並專注於準備好的文稿，但仍有一些機會進行富有成果的討論。
Sparkup 為觀眾的提問和評論提供了一個靈活的平台。

主席在會議結束時感謝聽眾的貢獻，感謝特約記者和 SC B5 秘書的出色工作。還頒發了 2022 年授予 B5 研究委員會的獎項。

九、C1 電力系統發展與經濟

(本小組討論會未提出討論總結報告)

十、C2 電力系統運行與控制

(一)簡介

2022 年 C2 系統運行與控制研究委員會討論會於 2022 年 8 月 30 日在波爾多圓形劇場 3 樓舉行，為期一整天。

SC C2 的範圍涵蓋電力系統以符合網路安全要求、防止系統解體、設備損壞和人身傷害的方式安全和經濟地運行電力系統的技術、人力資源和製度方面和條件，以及電力供應安全。

CIGRE 研究委員會向電力系統社群進行公正和高質量的知識傳播是電力系統開發和性能的強大支柱，特別是在能源轉型、同步驅動數據的可用性和在電力系統運行規劃和實時運行中越來越多地使用先進和智能的方法。這不僅適用於當前的電力系統，也適用於未來的電力系統。2022 CIGRE 會議的專業主題 (PS) 吸引了一些論文，這些論文描述了控制室的變化以及這些變化如何影響操作員培訓，以及將為運營規劃創建新一代方法和支持工具的技術。SC C2 有 2 個 PS 和來自 24 個國家委員會的 50 篇論文。

接下來對每個 PS 的主要結論進行概述。

(二)會議召開

討論組會議由來自巴西的研究委員會主席 Jayme Darriba Macêdo 主持，葡萄牙的 Miguel Bernardo 和澳大利亞的 Greg Hesse 擔任特別記者，巴西的 Flávio Alves 擔任 SC C2 秘書。

(三)對專業主題 1 的貢獻

專業課題 1：系統控制室準備：今天和未來

- 操作員培訓、態勢感知和決策支持工具，
- 在電力系統運行中有效和高效地使用同步相量數據，
- 應用於電力系統運行的先進和智能方法。

該優惠主題側重於使系統運營商能夠更好地做好準備的三個方面：

專注於培訓和意識，擁有一些必要的工具來協助決策；明確有效地使用同步相量系統和應用於電力系統運行的先進智能方法。

在專業課題 1 中，提交了來自 17 個國家委員會的 28 篇論文。此外，還有一份來自巴西的 NGN 論文。PS1 收到了 28 份投稿。在投稿會議期間，由於投稿人不在場，因此未討論 4 篇投稿（問題 1、2、3 和 6）。

準備的文稿涵蓋了從“操作培訓、態勢感知和決策支持工具”開始的所有三個子主題，主要側重於模擬操作員培訓的現實生活條件，包括操作員培訓工具的心理方面。普遍認為

需要對心理方面進行更多分析，儘管一些撰稿人表示，主要關注點應該是學習成果而不是體驗現實生活條件。

在第二個子主題“同步相量數據在電力系統運行中的有效利用”下，普遍認為越多越好。然而，鑑於 TSO 的財務資源有限，因此有更多實用的方法提到了一些方法，例如線性規劃、群優化和圖論算法。最後一個子主題是關於人工智能 (AI) 的進步和成熟度，這產生了一些不同的主要圍繞人工智能的成熟度以及它是否會足夠智能以獨立運行的觀點。然而，人們普遍認為，目前應該使用人工智能來簡化和預處理可用於調度操作員的信息，並且需要開發對工具的信任，以進一步推進它們與控制室的集成。有一種普遍的看法是，應該對算法的開發者保密。然而，對其行為的透明度和清晰的解釋應該是廣泛可用的。

在自發投稿部分，PS1 共有 10 篇，主要涵蓋了 AI 的使用，並整合了準備投稿問題 1.8 中的想法。對於今天的模擬器質量以及供應商如何仍然需要提供更好的解決方案或進一步開發也有一些貢獻，因為自第一台模擬器培訓設備以來功能通常保持不變。

(四)對專業主題 2 的貢獻

運營規劃策略、方法和支持工具

- 高份額的並網和分佈式電力電子接口資源，包括混合 AC-DC 系統，
- 應用於電力系統運營規劃和日前規劃的先進和智能方法，
- 低需求和其他可預測的極端操作條件的影響。

作為電力系統運營商，我們面臨的挑戰是繼續確保電力系統的安全、可靠、可靠和經濟運行，同時促進實現電網脫碳所需的變革。我們必須在重建飛機的同時繼續駕駛飛機！

為了應對這一挑戰，我們需要全面了解電網部署的新技術，我們需要預測未來電力系統極端運行條件將在何處以何種形式出現，我們需要工具來幫助我們應對管理我們發現自己所處的這些快速變化的環境。

專業課題 2 提交了來自 17 個國家委員會的 19 篇論文。此外，還有兩篇 NGN 論文，一篇來自俄羅斯，一篇來自荷蘭。PS2 收到了 22 份投稿。

在分主題 1 下，強調了考慮各種技術解決方案的重要性。電網形成和電網跟隨逆變器的組合可以提供適當的技術組合，特別是用於將電池儲能係統納入系統恢復計劃。

分主題 2 的討論主題是靈活性。討論強調了對運營規劃分析的靈活方法、整個供應鏈溝通的靈活性、與人工智能社群合作方式的靈活性以及我們組織和製度安排的靈活性的必要性。

對於更先進的工具，包括人工智能和機器學習工具，持續和持續的反饋對驗證工具性能的重要性被視為保持對其使用的信任的關鍵。

關於溝通和協作，很明顯這需要橫向進行，即在 TSO 之間，以及縱向，在 TSO 和 DSO 之間，並延伸到客戶。這延伸到雙向垂直溝通和協作。在依賴天氣的能源系統、彈性、風險準備、數據交換和網路安全方面存在新的協調挑戰。在歐洲內部，協調多個產品市場、能源、儲備、輔助服務的需求被認為尤為重要。

在子主題 3 下，探討了解決一系列極端條件的多種方法。考慮到需要更好地了解極端天氣對發電、網路和客戶的影響。修改網路拓撲以增強網路能力的潛力通過自發的貢獻引發了更廣泛的討論。

兩個 NGN 演講，涵蓋優化網路拓撲的算法和海上風電場的黑啟動，引發了自發貢獻者的重要討論。

自發的貢獻進一步探索了拓撲優化的實用性和範圍，以及分析工具在極端條件下的彈性和魯棒性。一項貢獻強調了分佈式能源的系統重啟能力的真實演示。

(六)結論

CIGRE 會議期間 SC C2 的小組討論會再次揭示了系統運營面臨的挑戰和日益增加的複雜性，並將在未來面臨。有一些主要領域正在發生發展：

- 關注操作員培訓的真實條件模擬的重要性，包括操作員培訓工具的心理方面。
- 關於在電力系統運行中有效和高效地使用同步相量數據，普遍認為更實用的方法是線性規劃、群優化和圖論算法，取決於網路拓撲。
- 人工智能 (AI) 通常被視為控制室中的一項有用功能，但需要取得更多進步和成熟，主要用於簡化和預處理調度操作員可用的信息。還需要對其行為進行透明和清晰的解釋。
- 系統運行的各個方面都需要靈活性，以應對電力系統脫碳的挑戰。
- 提供持續驗證人工智能和其他高級工具的機制對於保持對工具的信任是必要的。
- 拓撲優化、特殊保護方案和其他擴展電力系統能力的工具發揮著關鍵作用，但當電力系統的特性受到影響時需要小心在能源轉型期間迅速變化。

總之，系統操作和控制將繼續開發創新的解決方案和概念，以在今天和未來運行系統。

十一、C3 電力系統環境性能

(一)簡介

研究委員會 C3 的 2022 年討論會於 9 月 1 日在議會宮的 Havane 室 (PS1&PS2) 和大圓形劇場 (PS3) 舉行了一整天的會議。會議主要是面對面的。Sparkup 用作本地和線上交互的工具。

召開討論組會議 (DGM) 以討論以下三個專業主題：

- PS1：在能源部門設定雄心勃勃的氣候目標。
- PS2：生物多樣性和電力供應，是否基於可再生能源：風險、挑戰、解決方案和機遇。
- PS3：B2&C3：架空線路的環境和安全方面。
- PS1：13 篇論文，23 個問題。21 篇論文，包括 17 個問題的陳述；8 個問題沒有書面貢獻。共有 5 篇自發投稿與討論。
- PS2：5 篇論文，6 個問題。11 篇文章，包括對所有問題的介紹 (6)。共有 4 篇自發投稿與討論。
- PS3：21 篇論文 (C3 3 篇)，22 個問題，分為三個組。第 2 組 (C3 的 6 篇論文-2) 和第 3 組 (C3 的 9 篇論文-1) 與 C3 直接相關 (減少新的和現有的 OHL 對環境的影響以及應對環境挑戰的創新工程解決方案/設計)。
- 青年工程師介紹：

提交了來自愛爾蘭 (PS1) 和瑞士 (PS3) 的論文。通過 Sparkup 對 PS1 和 PS3 論文進行了自發的貢獻。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Mercedes Vàsquez 主持，Michele de Nigris (PS1)、Satoshi Nakasono (PS2)、Randy Grass (PS3) 擔任特別記者，Angel Salinas 擔任 SC C3 秘書。來自觀眾的貢獻也通過使用 Sparkup 應用程序啟用，以允許線上提問和回答問題。Sparkup 應用程序和問題由 SC3 秘書管理。

上午的會議以標準委主席對標準委 C3 工作範圍的簡要總結開始。主席還簡要介紹了運行 DGM 的程序。主席隨後介紹了特約記者和優惠主題，並表示特約記者將在投稿人介紹之前對每個優惠主題進行簡要討論。

上午進行了 NGN 論文 (PS1 論文：11153) 的介紹。在下午的 PS2 會議開始時，還提供了一個專門針對仿生學方法的演示文稿。

(三)對專業主題 1 的貢獻

十三 (13) 篇論文被接受以回應 PS1。這些論文來自八 (8) 個國家，反映了對該主題的廣泛國際興趣。這些論文提出的概念和結果與 SC 定義的三個子組大致一致，如下所示。8 個問題 (共 21 個) 沒有得到答案，主要是因為論文作者不在場：

演講和討論的結論可簡要概括如下：

- 系統擴展研究非常複雜，因為它們必須同時考慮幾個不同的方面。
- 會議中討論的仿生學研究和應用的發展包括表面結構、材料組成/架構和過程早期階段的產品設計方法。
- 退化場地的重新利用和修復，為能源轉型做出積極貢獻。遇到的大多數問題是與許可程序有關的問題。諸如發電量（以 GWh 為單位）、二氧化碳和其他污染物的減排量等指標可用於衡量項目的成功與否。
- 根據法國、意大利和西班牙三大網路運營商的經驗，減少與電力運輸相關的運營的碳足跡是公開討論的主題。還將生態設計整合到運營商的環境管理系統 (EMS) 中，開展各種通用生命週期分析 (LCA) 以評估未來網路結構要素的環境足跡，以改進決策並確定生態設計選項。
- 法規和指令已經到位，以防止高度關注物質 (RoHS、WEEE、Reach 等) 的使用或擴散。
- 當地社群參與能源系統開發的所有階段是確保保護潛在弱勢群體（如土著居民）的關鍵，他們可能因係統開發和運營規劃不充分而受到嚴重影響，尤其是當面臨氣候變化問題時。
- 在需要做出替代決策的危機情況下，能源系統的開發和運營可能會產生不公平的情況。通過指定一個負責採取行動的合法機構和設計一個負責調查異質價值的分配機構，可以促進實施公平規範。

(四)對專業主題 2 的貢獻

專業主題 2 (PS2) 的主題是“生物多樣性和電力供應，無論是否基於可再生能源：風險、挑戰、解決方案和機遇”。

這些論文來自地球上高度多樣化的地區，如歐洲、非洲、南美以及東南亞和遠東。基礎設施包括海底電纜、架空電力線、火力發電廠、太陽能發電廠、水力發電廠，其生態系統包括淡水、海洋或陸地。

不同地區在需要保留的每個基礎設施中存在不同的生物多樣性問題，以及不同的處理方式。

通過分享他們各自的案例，我們討論了有效和高效的生物多樣性保護方法、法規和溝通。

(五)對專業主題 3 的貢獻

在設計、施工和運營階段，有關 OHL 的環境和安全方面越來越廣為人知、被評估、敏感並被考慮在內。這些方面正在尋找更好的方法來保護安裝和維護期間的生產線工人、限制視覺影響並提高社會接受度（塔、油漆、程序.....）。它還可能包括利用新的和創新技術來監測或限制諸如 EMF、可聽噪聲、線路絕緣、硬件條件、優化塔和導體配置，以

及開發評估影響和模擬、在實驗室測試的方法、工具或在現場。

我們對三個小組進行了很好的討論。介紹和討論的結論可簡要概括如下。

第 1 組的討論主要集中在一線工人的安全上，重點是工人的健康和設備以及新的傳感器技術，以進一步提高安全性。

第 2 組討論的重點是減少環境影響，包括減少各種設計和施工方案的二氧化碳排放量以及圍繞鳥類飛行轉向器的幾個主題。

第 3 組討論關於使用人工智能和創新臨時通道的野火探測系統的問題

(六)結論

在整個文件中，GDM 的結論已經被指出。

所有的貢獻，包括自發的貢獻和建議，都提供了許多有趣的想法和有益的討論。

十二、C4 電力系統技術性能

(一)簡介

C4 研究委員會 2022 年小組討論會 (GDM) 於 2022 年 9 月 1 日星期四在議會宮的波爾多圓形劇場舉行，作為全天活動。超過 120 人參加了上午的會議；整個過程平均有 80 多名參與者。所有的優惠主題都引發了非常活躍的討論。總共有 59 篇論文和 21 個問題。

GDM 涵蓋以下優惠主題：

專業主題 1 (PS1) – 電能質量 (PQ) 和電磁兼容性 (EMC) 方面的挑戰和進步專

業科目 2 (PS2) – 絕緣協調和雷電研究的挑戰和進展

專業主題 3 (PS3) – 電力系統動力學下一代網路 (NGN) 的挑戰和進展介紹：

來自西班牙 (PS1) 和法國 (PS2) 的 NGN 演示文稿進行了介紹。對兩次 NGN 演示文稿都有自發的貢獻。

PS1：

19 篇論文，6 個問題。

11 篇論文，包括 6 個問題的演示文稿。共有 7 篇自發投稿與討論。

PS2：

11 篇論文，4 個問題。

5 篇文章，3 個問題的陳述；1 個問題沒有貢獻。共有 10 篇自發投稿與討論。

PS3：

29 篇論文，11 個問題

24 篇論文，9 個問題的陳述；2 個問題沒有貢獻。共有 29 篇自發的參與討論。

(二)會議召開

小組討論會由研究委員會主席 Zia EMIN 博士主持，Kostas VELITSIKAKIS (荷蘭)

和 Babak BADRZADEH 博士 (澳大利亞) 為特別報告人 · Genevieve LIETZ 博士為 SC C4 秘書 · 即將上任的研究委員會主席瑪塔·瓦爾·埃斯庫德羅也出席了會議 · PS1 特約記者 Sarath PERERA 教授 (澳大利亞) 致歉 ·

(三)對專業主題 1 的貢獻

PS1 :

19 篇論文 (包括 1 篇 NGN) · PS1 中的 6 道題 ·

來自 6 個國家 (荷蘭、巴西、澳大利亞、日本、英國、歐洲) 的 11 份文稿 (包括 1 個 NGN) · 並針對 6 個問題進行了演示 · 共有 7 篇自發投稿與討論 ·

摘要 : PS1 - 電能質量 (PQ) 和電磁兼容性 (EMC) 的挑戰和進步

主題 1 : PQ 現象的建模、測量和評估 · 包括超諧波、諧波不穩定性、地磁感應電流和其他類似現象等新興領域

- 諧波建模、傳播和衰減、它們的發射分配和評估、諧波不穩定性、PQ 限制和趨勢以及監管過程 (13 篇論文)
- 地磁感應電流 (2 篇論文)

主題 2 : 先進信號處理、人工智能技術和大數據分析的集成和應用 · 用於事件診斷和系統規劃 · 例如託管容量或排放限制計算

- 大數據分析在太陽能光伏系統規劃和運行中的承載能力評估中的應用 (1 篇論文)

主題 3 : 對設備兼容性和抗擾性的影響 · 以及新興的緩解方法 ·

交流和直流電力系統中的電能質量緩解、兼容性和抗擾性 (3 篇論文)

共同趨勢 :

- 電力系統諧波及其管理 · 包括隨著 IBR 不斷增加而演變的電力系統中的諧波不穩定性 · 是人們非常感興趣的領域 ·
- 電力電子解決方案有可能控制 GIC 的影響
- 大數據在電力系統規劃和管理方面具有潛力
- 不可估量的電能質量排放水平的分配需要注意

得到教訓 :

- 公用事業公司發現預連接諧波研究具有挑戰性、耗時 · 而且此類研究的結果並不總能帶來具有成本效益的解決方案 ·
- 可用於開展此類研究的數據被認為會導致過於保守的結果 · 除了關注與新連接相關的各種監管程序外 · 連接前和連接後的測量被認為非常適合減少資本支出 ·
- 諧波發射分配和評估仍然具有挑戰性 · 其中需要明確實際貢獻與分配內容的對比 · 包括對大量低次諧波的過度要求覆蓋 · 分配的非常小的諧波電平的測量是困難的 · 那麼為什麼要分配呢 ? – 而是限制最低水平 ?
- 連接到弱網路的 IBR 有可能導致諧波不穩定 · IBR 控制器的建模是相關研究的

關鍵部分，其中製造商提供的數據/模型至關重要。

- 對無功功率背後的清晰理論理解對於 GIC 的研究和管理至關重要
- 大數據分析與一系列其他工具（例如 GIS 數據）可用於電力系統規劃和運營

(四)對專業主題 2 的貢獻

11 篇論文（1 篇為 NGN）；4 個問題。

來自 4 個國家（法國、瑞典、日本、德國）的 5 份文稿（包括 1 個 NGN），並針對 3 個問題進行了介紹。共有 10 篇自發投稿與討論。

摘要：PS2 - 絕緣協調和雷電研究的挑戰和進展

主題 1：端到端電網的絕緣協調實踐，包括長線路、長電纜和頻率相關模型的影響

- 諧波濾波器的絕緣配合、諧波諧振臨時過電壓和開關瞬態（3 篇論文）

主題 2：交流系統與電力電子系統和設備接口的絕緣協調發展，以及標準化的需求

- 基於電力電子系統的瞬態現象（2 篇論文）
- HVDC 系統絕緣協調的新方法（1 篇論文）

主題 3：輸配電系統的閃電評估，涵蓋新資產設計和極端氣象事件

- 在評估閃電事件對架空線路和變電所設備性能的影響時利用可用數據（5 篇論文）得到教訓：
 - 在電力系統恢復條件下預計會有 TOV；緩解方案包括：
 - 電力變壓器的波點開關
 - 網路逐漸通電
 - HVDC 系統的成功經驗，在設計階段使用了傳統的絕緣協調方法。但是，可能需要半概率方法來實現減少佔用空間的系統。
 - 變電所針對雷擊浪湧的絕緣協調：
 - 統計分析為保守的確定性方法提供了靈活性
 - 可以實現更低的絕緣耐受水平、更短的電力變壓器和避雷器之間的時間距離
 - 通過考慮天氣條件和 FFO 發生之間的相關性，可以實現優化的 OHL 設計（絕緣協調和載流量）

(五)對專業主題 3 的貢獻

29 篇論文，11 個問題

來自 11 個國家（FR、AU、SE、IE、BE、JP、TH、FR、GR、CA、JP）的 24 份文稿，涉及 9 個問題；2 個問題沒有書面貢獻。共有 29 篇自發的參與討論。

PS3 總結——電力系統動力學的挑戰與進展

主題 1：單個組件和廣域系統交互的建模、分析和驗證，包括考慮不斷變化的系統動態的系統級保護方案

- 建模工具、技術和篩選方法，以及應用的假設（8 篇論文）

- 模型和性能驗證 (5 篇論文)
- 系統級保護方案 (2 篇論文)

主題 2：新興技術的影響，如氫氣和其他存儲設備、並網逆變器和需求側管理

- 並網逆變器 (6 篇論文)

主題 3：分析具有高份額並網或分佈式逆變器資源的電力系統的安全性和彈性，包括提供系統支持的可行性，如黑啟動、孤島、系統強度和慣量

- 系統慣量、頻率和電壓控制 (4 篇論文)
- 電力系統規劃和靈活性考慮 (4 篇論文)

共同趨勢：

- 加快離線 EMT 模擬的舉措
- 越來越多的未知/無法解釋的動態現象發生
- 更複雜和更快速的特殊保護方案
- 將電池儲能係統用於電網支持服務 (電網跟踪和電網形成)
- 幾種並網逆變器在實踐中和研究中
- DER 對散裝系統動態性能的影響越來越大
- 用於長期系統規劃的更詳細建模

得到教訓：

- 離線和實時 EMT 模擬可能需要互補考慮。
- 模型驗證不是一次性的練習。
- 考慮負載和 DER 的動態響應的整個系統動態建模和模型驗證變得必要。
- 隨著 IBR 份額的增加，HILP 和非 HILP 事件越來越多地使用特殊保護方案。
- 並網逆變器模擬同步發電機的響應並不總是一個好主意。
- 對服務進行逐案專業排序並更好地定義系統技術需求對於促進更多地部署並網逆變器非常重要。
- 預計用於長期系統規劃的建模方法將不斷發展，包括前瞻性 EMT 網路模型和相關篩選方法的使用。
- 隨著 IBR 份額的增加，需要更多的行業努力來更好地理解系統穩定性、電能質量和保護之間的相互關係。

(六)結論

共有 86 篇投稿，包括書面投稿、自發投稿和建議，提供了許多有趣的想法並激發了有益的討論。從技術角度來看，所有參與者都對此次會議感興趣。參與者的峰值數量超過 120 人 (在上午的會議期間)，平均超過 80 人。

十三、C5 電力市場和監管

(一)簡介

9 月 2 日，C5 研究委員會 2022 年討論會在 Palais Havane 房間舉行 des Congrès 在上午和下午的會議上舉行。

研究委員會 C5 的範圍側重於不同市場方法和解決方案對電力系統規劃和運營的影響；以及新的結構、機構、行為者和利益相關者。研究委員會 C5 還討論了競爭和監管在提高電力系統端到端效率方面的作用。

2022 CIGRE Session 的專業主題吸引了不同市場方法和解決方案對電力系統規劃和運行影響分析的論文。這包括新的結構、機構、參與者和利益相關者，以及競爭和監管在提高電力系統端到端效率方面的作用。SC C5 有來自 20 個國家的 40 篇論文。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Alex Cruickshank 主持，Kankar Bhattacharya、Samir C. Saxena 和 A. Venkateswaran 擔任特別記者，Yannick Phulpin 擔任 SC C5 秘書。

(三)對專業主題 1 的貢獻

在 PS1 下，來自十 (10) 個國家的十二 (12) 篇論文[4 篇來自歐洲，4 篇來自亞洲和澳大利亞，3 篇來自美洲，1 篇非洲] 被接受，其中確定了以下子主題：

- 市場設計開發，以促進新參與者和可再生資源的整合。
- 零售電力市場在推廣電錶技術方面的作用。
- 市場參與者之間以及與客戶/分佈式能源所有者之間的創新合同/服務。

根據上述子主題和接受的論文，特別報告總結了以下具有關鍵重要性和重點的主題：

- 電力市場的演變以將分佈式能源整合到電力系統中。
- DER 向更高效、更有彈性的能源市場過渡的機會。
- 五分鐘計量和市場結算、當日市場拍賣和綁定調度的經驗。
- 來自頻率調節市場的風電場收益。
- 電力市場和跨境互聯。
- 市場約束對綜合能源業務的影響。
- 區塊鏈技術在能源市場中的應用。

總共有九 (9) 份準備好的文稿和來自現場的幾個自發問題和評論，以及通過 SparkUp 工具。總的來說，這是一個非常生動和互動的會議。

特別報告總結了每篇 PS1 論文，並提出以下七個問題，以邀請對小組討論會議 (GDM) 的貢獻。除了每個問題，還對提交的文稿進行了總結，以提供對 GDM 審議的完整概述。

Q1。在考慮您所在轄區的市場改革（特別是 DER 的整合）時，最大的挑戰和經驗教訓是什麼？

準備好的貢獻：

• Vatee Laoharojanaphand，泰國

在考慮泰國有關 DER 整合的市場改革時，最大的挑戰是政府政策。儘管泰國逐漸從增強型單一買方計劃轉向第三方准入和能源市場，但最近國家能源政策委員會的決議仍然允許小型和超小型電力生產商 (SPP/VSP) 競標將能源出售給電力公司雙邊基礎上的公用事業。

泰國電力供應業需要對能源市場進行改革，新能源政策應專業考慮能源市場而非雙邊貿易，並大幅降低雙邊貿易的招標配額。

• Greg Thorpe，澳大利亞

DER 供應商在新服務方面的新角色是協調 DER 調度、網路服務採購、管理需求響應計劃和虛擬發電廠、管理社群電池和集成微電網。

技術挑戰：電壓變化、功率損耗、電網擁塞、電網可靠性降低、網路安全。

經濟挑戰：收入減少、客戶離網、運維成本增加、非技術損失增加、交叉補貼、能源負擔能力降低、監管機構的處罰。

• Saulo Cisneiros，巴西

分佈式能源直接接入客戶終端或大規模接入配電網，需要重新制定電力部門的監管規則和電網規範，以及配電公司的商業模式和運作方式。監管機構、系統運營商，尤其是分銷公司的參與。市場規則定義配電公司負責配電和輸電系統之間的電力流動。在這種情況下，有必要改變市場規則的定義，以明確責任而不是懲罰分銷公司。自發貢獻：

Arjen Jongepier (荷蘭)：儘管進行了擴展測量（特別是在 DSO 電網中），但 DER 的非技術損失（感知到？）增加可能是因為假設以前的配電損失模型（幾乎）像流量看起來一樣完美是可以預見的。但是，我認為必須開發新模型，並且在某種程度上已經在開發。我很高興與我們的一位資產管理人員聯繫，他親自開發了這種模型。此外，DER 不會減少，而是會增加分配損失，因為流量是反向的，波動性更大，資產的運行更多地達到其標稱和熱限制。我們都知道損耗隨電流呈二次方增加。最後，本地測量具有更高的智能電錶和配電變壓器計量的可觀測性、更高的採樣頻率（到亞秒級）和良好的數據科學方法，在檢測和定位真正的能源盜竊方面具有很大的潛力。同樣，我很高興能將感興趣的人與從事此工作的同事配對。

Rimnesh Shah (沙特阿拉伯)：隨著 DER 的最佳規劃/佈置和向 DSO 的過渡，非技術損失不應該增加而是減少，因為：

- 智能電錶的集成有助於配電系統通過查明盜竊、故意破壞和未計量活動來減少非技

術損失。

- 隨著大規模分佈式能源的實施，需要更好的電力系統模型和改進的損耗模型。
- 對較低收入的總體影響可以通過正確放置分佈式能源和潛在的正確關稅設置減少的技術損失來抵消，此外還可以通過固定容量費用來支付由於分佈式能源導致的較低客戶能源進口。

Q2。隨著越來越多的可變可再生能源的部署以及系統運營/市場運營需要更接近實時，其他司法管轄區是否遇到過類似（或其他）硬件部署挑戰？計量基礎設施/增強功能（公用事業規模和分佈式規模）有多重要？

準備好的貢獻：

- Saulo Cisneiros，巴西

儲能係統是提供輸配電系統操作靈活性的**重要選擇**。在配電和輸電網中實施儲能，應考慮擴大電網，消除可變發電瓶頸；評估每個選項所需的投資。

Q3。其他基於市場的發電能力非企業整合方法是否正在其他地方應用，包括哪些直接/間接成本/收益？從這些方法中獲得了哪些經驗？

準備好的貢獻：無

自發貢獻：無

以下兩個問題在涉及類似問題時被一併討論。

Q4。能源市場中區塊鏈應用程序的可擴展性是否會限制區塊鏈的進一步部署？

Q5。可持續性是否應該成為區塊鏈技術在能源市場（和/或更廣泛）中潛在規模化應用的內在設計特徵？怎麼會這樣？

準備好的貢獻：

- Vladislav Berezovsky，俄羅斯

在大多數情況下，對區塊鏈應用程序可擴展性的擔憂與比特幣或以太坊等公共區塊鏈網路有關。任何人都可以加入公共網路，這就是為什麼它們更可靠但速度較慢。私有區塊鏈框架是封閉的，只有經過批准的用戶才能參與網路並對區塊鏈進行更改（添加新數據等）。這些網路的去中心化程度較低，但速度更快且更具可擴展性。在能源領域，電力交易（零售市場或微電網）、智能計量、計費、跟踪能源來源證書等市場參與者需要私有區塊鏈優勢。使用不可替代的代幣作為唯一證書可以提供透明度和雙重性-在降低交易成本的同時解決問題。市場參與者可以參與區塊鏈平台，以觀察系統在網格規範方面是否正確運行。

- David Bowker，澳大利亞

可持續性和區塊鏈有兩個方面，它們允許**高效、新穎的流程**，如果沒有區塊鏈，這些流程是不可能的，但可能會消耗大量能源來促進它們。新穎的流程可以通過管理分散的能源網路、供應鏈透明度、促進電動汽車找到充電站、在沒有零工經濟的情況下使用

按需驅動程序、促進點對點能源交易來幫助可持續性。

在這些新穎的流程中，點對點 (P2P) 投資作為區塊鏈上的安全令牌產品可以為可持續能源項目帶來急需的即時資金。區塊鏈技術具有提高可持續性的巨大潛力——挑戰在於其使用方面的建設性進展和降低能源密集度。以下兩個問題在涉及類似問題時被一併討論。

Q6：其他司法管轄區是否正在試驗直接或通過聚合器提供輔助服務的風能和太陽能（包括分佈式光伏）的潛力？

Q7：基於 DER 市場的方法或法規落後於公用事業規模資源的方法或法規多遠？

準備好的貢獻：

- Ben Vandervaal，澳大利亞

逆變器連接的風力發電廠可以根據（澳大利亞）市場輔助服務規範的要求提供頻率控制服務。利用電池儲能系統 (BESS) 在頻率控制輔助服務 (FCAS) 市場中運行的混合模型的可行性。風能和太陽能/電池混合發電機提供調節和應急 FCAS。試驗結果表明，將逆變器連接的電源納入輔助服務市場的商業和經濟效益。現在有許多風能和太陽能聚合器在澳大利亞國家能源市場 (NEM) 提供輔助服務。現在，在 NEM 的每個司法管轄區，風力發電廠或太陽能聚合器都已註冊在 FCAS 市場上運營。

- Saulo Cisneiros，巴西

巴西電力系統的輸配電網中安裝了風能和太陽能發電廠。風力發電廠通常安裝在集中式發電廠中，而太陽能光伏發電廠則安裝在集中式發電廠以及微型和小型分佈式發電廠中。

- J. Mello，巴西

在巴西，公用事業規模可再生能源的增長與穩定的法規和有競爭力的價格相結合。由於有吸引力的監管激勵措施以及更高的避免成本（全額關稅）和有競爭力的資本支出，DER 的增長很快。在公用事業規模分佈式能源的背景下，自然沒有市場和限制。未來幾年潛在項目的輸電基礎設施將導致激烈的競爭。在能源價格的背景下，可再生能源是無與倫比的。一大批項目（主要是海上項目）將致力於“綠色氫”生產。在分佈式能源的背景下，預計商業和住宅用戶將大規模擴張（目前佔 77% 的份額）。太陽能光伏目前佔澳大利亞 DER 總容量的 98%——偏遠站點和避難所。配電公司必須準備好運行大量的分佈式能源，預計會進行現代化改造。

高效生產和監管激勵是整合可再生能源的主要“驅動力”。

(四)對專業主題 2 的貢獻

“整合分佈式能源的市場設計和監管的演變”主題涵蓋以下子主題：

- 市場和監管從重大系統干擾和社會混亂中汲取的教訓。
- 具有高度異步和低慣量連接設施的系統的可靠性和彈性市場設計。

- 市場協調對需求或價格不敏感的資源。

來自十二個國家（澳大利亞、巴西、中國、哥倫比亞、希臘、愛爾蘭、日本、荷蘭、阿曼、俄羅斯、斯洛文尼亞和美國）的十五 (15) 篇論文被選中，討論了以下主題：

- (a) 不斷發展的資源充足性評估、能源危機和燃料充足性指標
- (b) 儲量評估、容量市場和失衡市場設計。
- (c) 市場監測方法。
- (d) 輸電網路擴展和監管機制。
- (e) 鑑於系統實力下降，確保可靠運作的框架
- (f) 多地區聯合經濟調度。
- (g) 應對 Covid-19 大流行的挑戰和復原力。
- (h) 為可靠性和補償而削減可再生能源發電。特別報告總結了 PS2 論文並提出了以下問題。

1. 在資源充足性研究中，如何區分短期、淺層和頻繁事件與長期、深度和罕見（低概率高影響）事件並考慮因素？資源充足性研究中如何考慮燃料充足性、燃料運輸和傳輸問題？考慮到與資源充足性研究相關的大量數據，如何處理可視化和利益相關者溝通挑戰？
2. 可再生能源預測誤差、負載預測誤差、進度變化和不可預見的負載變化的各個組成部分用於儲備評估的製定（例如在希臘）。結合了這些的區域控制誤差 (ACE) 是另一種方法。方法論如何比較？實施“巧合因素”會導致在多個司法管轄區的互聯繫統中採購儲備重疊，這些風險是否可以在實時操作中得到緩解？
3. 需要對容量市場設計進行哪些改變，以幫助實現碳中和，並在多源或混合採購中有效專業考慮可再生能源發電。這是容量市場的作用嗎？在多個買家和多個賣家同時出價的容量市場中，是否有可能使用雙面拍賣？在這種情況下，包括價格發現在內的可能的市場設計是什麼？
4. 隨著分佈式能源的滲透率不斷提高，平衡變得越來越具有挑戰性。不平衡解決中的發電和消費之間的差異是否會激勵 BRP 採取行動以更好地平衡其系統？位置是否也是決定不平衡定價的一個因素，例如擁擠的區域？不平衡定價是否應該與頻率相關聯，就像在一些司法管轄區，如 ENTSOE、南非和印度？
5. 市場監管三階段過程（行為、結構和經濟）在實踐中是如何實施的，如何考慮跨境交易？如何監控燃料市場參與者所持倉位（因為它與電力市場相關聯）？
6. 擬議的跨境互聯，例如延伸到歐洲、北非和南亞的互聯互通有哪些可能的成本分攤機制？調度機制如何協調？應用 RPI-X 法規面臨哪些挑戰；尤其是輸電系統發展中的激勵（或缺乏激勵）？使用什麼方法來確定“X”因素以及如何考慮不可控成本？這與其他基於激勵的監管方法相比如何？

7. 考慮發電應急和網路應急，宣布最大可信應急的機制是什麼？下一個備用意外事件是如何決定的？在什麼基礎上？
8. 利用電網跟蹤技術的基於逆變器的資源 (IBRs) 需要一定水平的系統強度來維持穩定運行，並且本身對系統強度沒有貢獻。提供足夠的系統強度服務以確保穩定運行應該是誰的責任——傳輸服務提供商或發電機？如果是後者，那麼生成器如何提供此功能以及如何收回成本？讓發電機負責系統強度要求是否會為可再生發電機製造進入壁壘？
9. 在 COVID-19 引發的危機中吸取的哪些經驗教訓可用於改進市場設計，使其更加靈活，並為在此類或類似的大型市場動盪中迅速做出反應做好準備？從 COVID-19 大流行中恢復過來也導致全球許多國家面臨能源危機。在短期和中/長期範圍內可以採取哪些步驟？

針對上述問題，已收到來自巴西 (2)、澳大利亞 (3)、俄羅斯 (2)、日本 (2)、荷蘭 (1) 和愛爾蘭 (2) 的 12 份準備好的文稿。收到的貢獻摘要如下。

準備好的貢獻：

問題 1 涉及不斷變化的能源資源組合中資源充足性 (RA) 評估的不斷變化的指標、燃料充足性、數據可視化和利益相關者溝通。

收到的貢獻如下：

J. Mello，巴西：投稿介紹了巴西採用的方法，其中水力發電是發電的主要來源，需要在資源充足性中考慮流入量的可變性

評估。從 30 年代開始收集水力流入序列，並在資源充足性研究中考慮大量變化，以確定短期、中期和長期應用的最佳供應平衡。

關於資源充足性研究的可視化和利益相關者溝通，規劃和運營的所有重要標準和結果都提交給公眾聽證會。

B. Vanderwaal，澳大利亞：貢獻提出了從短期、中期到投資時間範圍的多期資源充足性評估。還提到了集成系統計劃，包括最低成本生成研究、傳輸擴展以及運營和安全方面。預計未提供服務的能源事件的性質仍將是高影響低概率 (HILP) 和更頻繁的淺層供應短缺風險的混合體。借助模型的規劃、諮詢和發布，市場正在尋求需求方面的更大貢獻，確定淺層和深層長期存儲的機會，並重視輸電網路投資的有利方面。隨附的貢獻演示文稿中提供了許多關鍵的可視化。

問題 2 涉及儲量評估方法，

收到了以下文稿。

Tomohiro Inoue，日本：貢獻描述了近期能源危機期間儲量不足的情況，主要是由於燃料短缺 (LNG) 導致的高價格。提到了通過有效管理燃料供應和相關物流來維持充足的儲備。還提供了此類儲備的成本分配和回收。

問題 3 涉及實現碳中和的容量市場設計，

並收到了以下貢獻。

A. Downey，愛爾蘭：貢獻表明愛爾蘭和北愛爾蘭有一個基於可靠性選項集中拍賣的容量市場。容量提供者，包括傳統的熱力、水力、互連器、電池、風能、太陽能，都相互競爭，為電力系統提供可靠的容量。愛爾蘭和北愛爾蘭採取的方法是圍繞電力系統的需求設計能源、容量和系統服務市場，在容量市場的情況下是可靠性，而不是基於任何一種技術來滿足那些需求。容量市場構成可再生能源收入流的一部分，因為它們有助於提高可靠性，並且還需要提供滿足淨需求所需的容量——從長遠來看，零碳世界是需求響應、存儲、互連和靈活的氫氣/沼氣燃燒渦輪機。還提供了 2025/26 年容量拍賣的結果。

問題 4 涉及平衡和不平衡定價設計，

收到了以下貢獻。

H. Sakai，日本：當前產能市場僅評估四年後“一年”的供應能力，長期收入預測，因此投資很困難。有必要通過確保固定成本回收的可預測性來支持新能源的建立。提到了確保對可再生能源（包括氫和氫等未來能源）進行投資的機制。

短期內，LNG 也是為了滿足電力需求。

F. Nobel / D. Klaar，荷蘭：介紹並討論了三個歐洲國家不斷增加的可變可再生能源整合的影響。不平衡定價方法解釋了對 TSO 平衡能源和容量需求的影響。論文中提供了具體的例子，在引入或加強對 BRP 的不平衡價格激勵措施之後，其 TSO 的平衡能源需求在幾年內逐漸減少。不平衡價格激勵對 BRP 的相對“強度”反映在系統做空時短 BRP 的平均不平衡價格與系統做多時多頭 BRP 的平均不平衡價格之間的差價。

問題 5 涉及市場監測，包括行為、結構和經濟方面，涵蓋不同的細分市場。

收到以下貢獻。

M. Dolmatova，俄羅斯：介紹了市場監測的三個階段。在第一階段，市場參與者為日前電力拍賣提交的投標在市場出清之前每天受到監控。第二階段監控過程處理市場結果，並在每日、每週、每月、每季度和每年的基礎上完成。第三階段包括典型的競爭措施以及調整後的剩餘供應指數和參數依賴指數。

問題 6 涉及參與跨境互聯項目的多方之間的成本分攤機制，

收到了以下意見。

M. Dolmatova，俄羅斯：介紹了市場監測的三個階段。在第一階段，市場參與者為日前電力拍賣提交的投標在市場出清之前每天受到監控。第二階段監控過程處理市場結果，並在每日、每週、每月、每季度和每年的基礎上完成。第三階段包括典型的競爭措施以及調整後的剩餘供應指數和參數依賴指數。

問題 6 涉及參與跨境互聯項目的多方之間的成本分攤機制，

收到了以下意見。

M. Needham，愛爾蘭：愛爾蘭的兩個系統運營商之間已經有 16 年以上的成功合作和分攤成本的歷史。兩個系統運營商都有許可義務相互授予和合作，以規劃他們尊重的電網在經濟和高效的基礎上。這兩個系統運營商分別註冊為 Inter TSO 補償計劃的一部分，儘管損失成本往往相似。

問題 7 涉及在可再生能源滲透率高且未收到任何貢獻的系統的慣量評估背景下評估最大可信意外事件、下一個替代意外事件。

問題 8 涉及基於逆變器的資源 (IBR) 滲透率高的系統中的系統強度服務、其責任和成本分攤機制。

收到以下貢獻。

D. Bones，澳大利亞：投稿提到，傳輸網路服務提供商通常能夠更好地識別和實施有效的系統強度解決方案。在這些情況下，網路服務提供商確定適當的補救選項並實施這些選項可能更具成本效益。成本的適當分配也很重要，它應該認識到驅動系統強度要求的各種因素。

G. Thorpe，澳大利亞：根據澳大利亞國家電力規則，輸電網路服務提供商 (TNSP) 必須計劃提供合適的系統強度，以支持 AEMO 預測的基於逆變器的資源 (IBR) 連接。新的接入標準還要求發電機、負載和市場網路服務提供商保證對系統強度的需求。發電機和大型負載可以選擇付費使用 TNSP 提供的系統強度服務或建立自己的系統強度。

問題 9 涉及在 COVID-19 大流行期間在市場設計問題及其改進方面吸取的經驗教訓，

並收到了以下貢獻。

Andrey Sviridov：文章提到了 COVID-19 對 2019、2020 和 2021 年俄羅斯價格和數量的影響。

自發/地板貢獻：

討論非常互動，參與者對 PS2 下的論文和貢獻表現出濃厚的興趣。來自觀眾的參與者進行了廣泛的觀察/評論，並就以下相關主題向貢獻者提出了問題：

- 資源充足性評估、可視化和溝通挑戰的方法
- 在雙火發電機燃料短缺的情況下，確保資源充足和使用替代燃料的燃料充足性。
- 在採購過程中專業考慮容量市場中的技術選擇，以實現清潔能源目標。
- 不平衡定價方法，包括不同參與者之間的差異化不平衡定價。
- 容量市場中不同技術的發電量降額，需要不斷發展才能獲得那種發電機組，同時確保供應的可靠性。
- 市場監測技術（行為、基於市場的綜合，第三，與經濟參數相結合）以防止市場濫用和市場支配力。

- IBR 資源滲透率高的系統中的系統強度框架、提供系統強度服務的義務、新發電機互連過程中相關成本的責任。
- 從 COVID-19 大流行等極端事件對電力市場的影響中吸取的教訓。

(五)對專業主題 3 的貢獻

“與創新和顛覆合作——為未來做準備” 主題涵蓋以下主題：

- 創新的市場和監管方法，以實現能源政策目標並納入電網邊緣活動。
- 支持資本密集型投資的零售和批發電力市場的設計和結構。
- 面對技術顛覆的行業監管和關稅設計，例如。車輛到電網、氫氣和新的存儲形式。選擇了來自十個國家的十四 (14) 篇論文，討論了以下主題：
 - (i) 碳定價對電力部門是否具有充分的效力？
 - (j) 電動汽車及其廣泛推廣的緊迫問題是電動汽車的發展該國的充電基礎設施
 - (k) 針對碳中和的多區域數字電源能源管理系統。
 - (l) 愛爾蘭和北愛爾蘭擁有並管理世界上同步電力系統中最高水平的可變可再生能源發電之一。
 - (m) CoordiNet 項目的希臘示範側重於從位於配電網的分佈式能源 (DER) 提供輔助服務。
 - (n) 尋求澳大利亞國家電力市場的平穩過渡
 - (o) 新加坡國家電力市場 (NEMS)：轉型經驗
 - (p) 公平有效的管理，有償損失
 - (q) 通過電池利用和聚合評估不平衡減少
 - (r) 紐約脫碳電力市場的市場結構
 - (s) 協同網路和協同網路模型

特別報告總結了 PS3 論文並提出了以下問題。

脫碳是許多政府關注的焦點。我們如何評估碳定價以及推薦哪些模型來實現 DER (包括 BESS 和 EV) 等創新技術的靈活性所提供的價值？

Joao Mello 先生 – 談到了巴西的碳政策。當被問及碳定價是否對電力部門具有充分的效力時，尤其是隨著非同步間歇性能源的日益參與以及可調度的退役，這會產生令人擔憂的惡性循環。結果，最終客戶的價格上漲，發生了可調度性問題。他提出了一個從惡性循環到良性循環的想法。關鍵要點是過去的政策似乎沒有解決這個問題，氣候變化事件沒有顯示出獨特的解決方案。建議將電力系統穩定性和現有發電廠項目的脫碳結合起來。

在關稅、分佈式能源、電動汽車等方面，哪些政策正在推動不同司法管轄區的創新，以及如何加強這些政策以推動全面採用。

Remizova 夫人 (由 Andre 先生介紹) - 談到電動汽車，廣泛引入電動汽車的緊迫問題

之一是該國充電基礎設施的發展（以及電動汽車自己的生產和購買補貼）。這就是為什麼在法國、德國、中國旨在刺激向電動汽車過渡的國家政策方向上，您也可以看到充電基礎設施的發展。還介紹了各國和公司發展充電基礎設施的計劃。

其他司法管轄區是否提供或考慮提供風能和太陽能光伏（分佈式）、BESS 和電動汽車以直接或通過聚合器提供輔助服務？是否有這方面的現有業務案例？混合是一個可行的選擇嗎？不斷變化的發電組合、對提供輔助服務的新反應以及創新的發電連接提案面臨的最大挑戰是什麼？

Tomoyuki 先生 - 針對可再生能源導致消費場所附近空間不足和供電不穩定的問題，本文提出了一種新概念，稱為“多區域能源管理”。這將使公司能夠實現每個站點的脫碳目標，同時通過使用現有電網交換可再生能源輸出來優化多個站點的能源供應和需求。

德萊尼夫人 - 愛爾蘭和北愛爾蘭擁有世界上同步電力系統中可變可再生能源發電水平最高的國家之一。現在，島上電力系統的運營政策是容納高達 75% 的系統非同步滲透率 (SNSP)。SNSP 是一種衡量島嶼系統瞬時非同步發電量的指標，因此可以量化同步機組以外的發電資源（即風能和光伏可再生能源以及 HVDC 進口）滿足的需求水平。愛爾蘭和北愛爾蘭目前的重點是製定一套系統服務的未來安排，主要通過短期拍賣採購系統服務。

Voumvoulakis 先生 - CoordiNet 項目的希臘演示側重於從位於配電網中的分佈式能源 (DER) 提供輔助服務。更具體地說，檢查的服務是輸配電網路的擁塞管理和電壓控制。項目結果表明，對於這些類型的服務，由於配電網路的輻射性，需要投標位置。

索普先生 (NEM) - 尋求澳大利亞國家電力市場的平穩過渡。澳大利亞國家電力市場 NEM 正在從高度依賴燃煤發電站提供能源、容量和系統服務的市場過渡到脫碳市場。在過去十年中，這種轉變一直在推進，風能和太陽能發電在公用事業規模和分佈式屋頂太陽能方面取得了強勁增長。NEM 的可變可再生能源發電瞬時水平有時超過 60%，南澳大利亞地區的瞬時水平有時超過 140%。可變可再生資源的增長在許多調度期間降低了排放並降低了現貨市場價格。然而，過渡並不總是一帆風順，有時會對現有發電商、新發電商和客戶產生負面影響。

Kosakada 先生 - 貢獻涵蓋了通過電池利用率和聚合來減少不平衡的評估。使用來自 7 個地區的 102 種資源的數據進行了模擬。經證實，可通過蓄電池的最佳充放電控制，以及通過聚合器增加 BG 規模來減少可再生能源發電的不平衡。

當前的能源轉型對可靠性和成本有何影響？應該建立什麼樣的市場結構來確保向未來市場的平穩過渡，以支持完全脫碳的電網？

當前的能源轉型對可靠性和成本有何影響？應該建立什麼樣的市場結構來確保向未

來市場的平穩過渡，以支持完全脫碳的電網？

Thorpe 先生（新加坡）——由於空間限制，新加坡的可再生能源潛力有限。他們也有燃氣發電。如今，能源轉型對新加坡電力系統可靠性的影響微乎其微。新加坡電網仍然是世界上最可靠的電網之一。其他能源也在考慮之中。專家委員會認為，新加坡電力部門渴望到 2050 年實現淨零排放是現實的，儘管由於地緣政治趨勢的不確定性和能源領域的技術進步，這將具有挑戰性。推薦的策略包括尋求採用電力進口，使用更多的 ESS 來管理太陽能間歇性，並塑造最終用戶的消費模式以優化電力系統。

Goutaland 先生 - 低碳途徑促進了替代能源系統的設計。但能源正義學者已經表明，能源系統會產生不公平的情況，他們要求做出替代決策。該研究項目由法國 TSO RTE 和 MINES Paris PSL 管理科學中心領導，旨在研究電網設計與公平問題之間的聯繫。為了對它們進行建模，我們將規範視為具有實現有效行動並提出公平分配功能的設計對象。專題報告強調了我們在文章中提出的研究計劃的實際盲點，提出了以下問題：如何實施公平邏輯，誰來負責？我使用 2022 年秋季和 2023 年冬季嚴重的歐洲電力短缺情況給出的案例研究部分回答了這個問題。仍然需要設計一個獨特的分配機構來解釋維護電網完整性的各種好處。

Nascimento 先生 - 針對這個問題，巴西的 Nascimento 先生介紹了一個利用光纖基礎設施進行數據傳輸的協同網路，並帶有詳細的協同網路模型。結論是這樣的網路更安全，更少受到破壞，具有更高的性能和更高的可用性。

從動態定價試點中吸取了哪些經驗教訓，需要什麼樣的監管支持結構才能實施？在 DER 和可再生能源等創新背景下，國際社會可以從包括印度在內的不同司法管轄區的實時市場實施中學到什麼？

消費者使用什麼類型的設備（如果有的話）來控制他們的價格反應（自動或手動控制類型）？是否需要更精細的智能計量來改進基線估計？使用了哪些基線方法，包括測量高峰期前後的負載轉移。

針對上述問題，已收到 11 份準備好的文稿。收到的貢獻摘要如下。

自發/地板貢獻：

討論非常互動，參與者對 PS3 下的論文和貢獻表現出濃厚的興趣。來自觀眾的參與者進行了廣泛的觀察/評論，並就前四個問題的以下相關主題向貢獻者提出了問題。

沒有準備或自發貢獻的問題：

問題 5 涉及從動態定價試點中汲取的經驗教訓，以及實施這些試點需要什麼樣的監管支持結構？在 DER 和可再生能源等創新背景下，國際社會可以從包括印度在內的不同司法管轄區的實時市場實施中學到什麼？

問題 6 涉及設備的類型，如果有的話，消費者是否使用來控制他們的價格反應（自動或

手動控制類型)？是否需要更精細的智能計量來改進基線估計？使用了哪些基線方法，包括測量高峰期前後的負載轉移。

(六)結論

標準委主席感謝所有貢獻者和參與者的投入

十四、C6 配電系統及分散型發電

(一)簡介

C6 研究委員會 2022 年討論會於 8 月 30 日上午和下午在會議宮的藍色圓形劇場舉行。

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Christine Schwaegerl 和 Kurt Dedekind 共同主持，個別專業主題由各自的特別報告員主持。

(三)對專業主題 1 的貢獻

能源轉型和脫碳的 DER 解決方案和經驗

會議由 WG C6.40 電動汽車召集人 Joao Pecas Lopes 準備的 2 份演示文稿和一份特邀文稿組成。它回答了 4 個問題，並由四個子主題構成，以討論在本屆會議論文貢獻中確定的重要問題：

PS1 收到 6 篇論文，被分配到四個子主題：討論的重要結論如下：

1. 電動汽車 (EV) 充電及其對低壓 (LV) 電網運行的影響。在該主題下審查了兩篇論文，即論文 10920 和 11083。
2. 配電網中的可再生能源 (RES) 和 DER 運行。該主題下收到和審閱了兩篇論文，分別是論文 10712 和 10768。
3. 第三個子主題展開了光伏 (PV) 管理以節約能源的主題，該主題由一篇論文進行了審查，編號 10311。本文還為一些額外的思考提供了基礎，並提出了以下潛在要素。
 - 光伏管理的提議也可用於光伏滲透率高且以熱泵為主要負載的電網。
 - 節能方法也適用於不同的氣候，因為在冬天，電壓調整是通過分接開關調整來完成的。對於 LV 網路，確保足夠的電壓裕度以實現能量降低。
4. 第四個子主題考慮了交通系統的電氣化和供電。從論文 10683 的貢獻中可以得出以下考慮：
 - 靜態變頻器 (SFC) 有助於優化鐵路供電系統。
 - 使用背對背轉換器可能會為三相公共耦合提供額外的考慮：
 - 轉換器被視為來自供電電網的完美平衡負載。
 - 功率因數可控
 - 轉換器獨立於鐵路系統中產生的諧波與電網連接

- 同樣，在單相接觸網側：
 - 在短路功率水平處於其極限但需要增加電源功率的情況下，轉換器電流限制是一個優勢。
 - 無功功率，因此接觸網電壓可以獨立於實際的三相電壓水平進行控制。
 - 饋電變電所之間的距離可以增加。
 - 可以避免中性部分。
 - 多個變流器可以互連到同一條線路並分擔牽引負載。制動能量可以回收並保存在鐵路系統內。
- 最後，列車速度與能源消耗之間存在關係。

(四)對專業主題 2 的貢獻

主動配電系統的創新規劃和運營提出了 11 個問題，涉及 25 篇關於“配電系統中的能量存儲”的論文，圍繞三個主要子主題構建：

1. 分佈式能源分佈式系統的聚合和管理平台（問題 2.1 – 2.3）；論文 10175、10268、10281、10298、10393、10525、10596、10858 和 11108。
2. DER 集成、託管容量、擁塞管理和系統服務提供的策略和工具（問題 2.4 – 2.9）：論文 10206、10280、10496、10508、10523、10524、10593、10595、10826、10827、11044、11106 和 11158
3. 綠化農村和綠地電氣化、離網配電和零排放工業系統（問題 2.11）；論文 10594、11130 和 11131。

提前提交了 28 份準備好的文稿，一份來自 WG C6.35 召集人 Alexandre Oudalov 的特邀文稿，以及一份來自 NGN CIGRE 成員的關於“電網意識和增強可見性的幕後光伏估計”的演講。此外，James Yu 概述了最近完成的 JWG C6/B4.37 中壓直流系統活動的成果。

基於準備好的貢獻和一些自發的貢獻，值得注意的討論和結論的重點如下所述。這些論文來自十三 (13) 個國家，反映了對該主題的廣泛和國際興趣。這些論文提出的概念和結果與上面定義的三個子組大體一致。介紹和討論的結論可簡要概括如下：

- RES/DER 與電力系統的聚合和集成可能會帶來各種挑戰，例如電壓問題、擁塞、TSO 和 DSO 之間的角色定義。TSO、DSO 和客戶資源可以分層為結構化組合，既可以解決相關問題，也可以帶來其他挑戰。
- 當前實踐定義 TSO 在連接點設置要求，DSO 應遵守這些要求。然而，RES/DER 的大規模部署會給當時的系統運行和協調帶來挑戰，因此可能需要重新考慮應該如何協調。DSO 可能還必須考慮提高其控制下的網路和客戶相關操作的可控性和可見性的方法。
- 討論了 DER 可以為電力系統提供的靈活性，以應對 RES/DER 的不確定性和可變

性。

- 針對在電力系統中大規模部署 RES/DER 所帶來的電壓相關挑戰的對策，討論了使用 RES/DER (直流電源) 的逆變器控制來控制無功功率的各種方法。智能逆變器的無功功率控制改變了並網規則並影響了電壓控制的概念。
- 需要模擬工具來測試和評估各種類型的 RES/DER 的行為以及電網狀況。討論涵蓋了詳細而多樣的模擬方法、相關的建模工具所提供的有效性和好處，以及數據管理對這種模擬的基本重要性，被解開。
- 分享了關於利用最先進技術的低壓電網可見性及其相關可控性的若干討論。LV STATCOMS 和智能電錶的使用是共享貢獻中使用的一些方法。圍繞實時可控性、數據更新和實際系統狀態的挑戰似乎存在於許多國家，這些國家已經向配電網路的更高可見性和可控性過渡。
- 關於電氣化的討論，以及非技術損失的對策和離網解決方案都包含在文稿中。經濟和社會問題反映了世界某些地區的一些獨特應用，尤其是 DER 應用為偏遠社群提供服務的地方。監管和政治因素也影響了全球的設計和實踐。

(五)對專業主題 3 的貢獻

整合 DER 可用於增強配電系統彈性、可靠性和能源安全。

PS3 類別收到的 19 篇論文來自 15 個國家和四大洲，其中大部分論文來自亞洲和歐洲作者。它們由來自公用事業、製造商、顧問和學術機構的研究人員和工程師編寫，它們解決了分佈式能源 (DER) 到配電系統和微電網的不同集成主題。這些論文分為以下四個子主題：

1. DER 單元的表徵及其與配電網的集成 (論文 C6-10238、C6-10271、C6-10855、C6-11026 和 C6-11047)
2. 可再生能源發電背景下的農村電氣化和孤島系統 (論文 C6-10497、C6-10700、C6-10859 和 C6-11119)
3. 微電網和虛擬電廠的規劃、保護和控制 (論文 C6-10331、C6-10333、C6-10417、C6-10652、C6-10653、C6-10825 和 C6-10971)
4. 微電網項目和試驗台的經驗和教訓 (論文 C6-10237、C6-10396 和 C6-10806)

共收到 11 份文稿，涵蓋特別報告中提出的 10 個問題。Nikos Hatziaargyriou 就 BESS WG C6.43 活動進行了額外的特邀演講，該演講被納入會議。

演講和討論的結論可簡要概括如下：

- 以 DER 形式整合可再生能源(RES) 仍然是向可持續電力供應過渡的關鍵。DER 還有助於提高配電系統和微電網中電力供應的彈性、可靠性和安全性。
- 將電池儲能係統 (BESS) 和電動汽車供電設備 (EVSE) 集成到配電網中是應對可再生能源間歇性行為的關鍵。但是，BESS 在設計部署、互聯集成需求等方面仍存在不足。

此外，需要通過和調整對監管規則的調整。

- 即使在配電網中使用 BESS 有很大的潛力，但目前缺乏經驗，使用案例相對較少，可以從中吸取經驗教訓。這是一個潛在的進步領域
- 孤島微電網和離網應用在農村電氣化中仍然發揮著重要作用。特別是在發展中國家。然而，獨特的解決方案是此類裝置成功運行的關鍵。
- DC 技術對於 DER 的集成和聚合變得越來越重要。DC 和混合 AC-DC 電網在未來將變得更加流行。
- 收集和分享來自世界各地對主動配電網和微電網具有不同要求和需求的已實現項目的經驗和教訓，這一點非常重要。CIGRE 會議等會議和活動是參與者之間交流和討論經驗教訓的理想場所。

(六)結論

當天發表並討論了幾項相關的準備和相關的自發貢獻、四次受邀演講以及一位年輕成員的鼓舞人心的演講，涵蓋了 SC C6 活動的關鍵主題。結果表明：

- 有必要對新技術的集成進行評估。電池存儲解決方案、逆變器管理和直流應用等應用是必須進一步探索的途徑。
- 新的客戶行為模式正在塑造未來的技術選擇、信息交換平台和網路運營。能源效率措施、電動汽車採用和需求響應選項正在塑造這種未來參與的話語。
- 電氣化的發展將對現有網路容量帶來一系列挑戰，尤其是在人口密集的城市環境中。
- 能源安全將發揮越來越重要的作用，因為彈性和可靠性措施將成為行業可持續發展的重點領域。
- 向脫碳淨零目標邁進將需要更大的靈活性管理，以應對現有能源供應的不確定性以及與可再生能源整合相關的可變性。

技術和解決方案尤其以不同的存儲和智能電氣化系統的形式提供，包括 MVDC 系統，以及增加的消費者集成，再加上傳統的基礎設施加強措施，可以滿足預期的能源轉型。然而，它的應用將主要由它們為不同利益相關者提供的利益的成本或價值驅動。實現的收益還取決於監管制度和相關的政治，以邁向脫碳和可持續的未來。

關鍵影響將是能夠從全球範圍內吸取經驗教訓，並確保 CIGRE 等平台內的協作實際上能夠實現向能源安全的未來過渡。

十五、D1 材料和新興測試技術

(本小組討論會未提出討論總結報告)

十六、D2 信息系統和電信

(一)簡介

2022 年研究委員會 D2 討論會議於 8 月 31 日在議會宮的哈瓦那會議室舉行，分上午和下午舉行。

三個專業科目是：

1. PS1：新興信息通信技術給電力企業數字化轉型帶來的機遇和挑戰
2. PS2：用於保護關鍵公用事業資產的網路安全技術、技術和應用
3. PS3：通過靈活且有彈性的電信網路滿足現代公用事業和 DER 的需求一般統計

高峰期（上午會議期間）有 100 多名參與者，平均超過 80 人。所有主題都激發了非常活躍的討論。共有 49 篇論文，26 個問題和 49 個貢獻。

青年工程師介紹一篇來自巴西的論文在 PS1 中得到了廣泛的介紹。

PS1

23 篇論文，8 個問題，20 篇貢獻

PS2

16 篇論文，12 個問題，15 個貢獻

PS3

10 篇論文，6 個問題，14 個貢獻

(二)會議召開

討論組會議由研究委員會主席 Olga Sinenko 博士（俄羅斯）與 Rodrigo Leal de Siqueira（巴西）、Antti Viro（FI）、Chen Ching Liu（美國）、Zwelandile Mbebe（南非）、Victor Tan（AU）擔任特別記者，Joël Nouard（FR）擔任 SC D2 秘書。Marcelo Araujo（BR）和 Louise Watts（AU）曾擔任過互動經理。

還介紹了即將上任的研究委員會主席姓名。

上午的會議以主席對工作範圍的簡要總結開始。SC D2 的。

主席還簡要介紹了運行 DGM 的程序。主席隨後介紹了特約記者和專業主題，並表示特約記者將在投稿人發言後對各專業主題進行簡要討論。

(三)對專業主題 1 的貢獻

專業主題 1（PS1）的主題“新興信息和通信技術給電力公司在數字化轉型道路上帶來的機遇和挑戰”包括：

- 實物資產管理中的物聯網技術和架構
- 人工智能、大數據和分析工具可改善電力公司的資產管理
- 電力公司和發電廠中的增強現實和虛擬現實技術

介紹和討論的結論可簡要概括如下。

用戶必須定義和模擬 ML 無法識別的事件。主成分分析（PCA）技術可用於以更緊

湊的方式找到變量之間的關係，從而產生更小的矩陣。機器學習模型需要經過專家測試才能投入使用。數據異常檢測依賴於異常是罕見事件並且與正常行為有很大不同的假設。機器學習算法通過迭代學習在一段時間內加速過程並提高準確性沒有法律或法規限制黑匣子機器學習，一切都基於自願操作安全。在為關鍵基礎設施應用基於機器學習的軟件時，檢查機制是必要的。更複雜的模型可能會提高準確性，但它們通常是一個黑盒。這使得難以建立對用戶的信任。新的歐盟 AI 法規為各種 ML 模型提出了一種易於理解的方法。ML 通常用於決策制定，例如停電用例，專業人士對部署此類模型猶豫不決，因為模型錯誤可能會產生非常大的影響。機器學習專家需要知道模型在哪裡失敗或需要調整，為此，他們需要了解基於黑盒的模型結構。

可以確定人工智能的三個主要應用：負載預測、靈活性資產管理和自動化電力市場活動。

四足機器人可用於以下任務：預防性檢查、事後檢查、切換助手和資產記錄。

增強現實 (AR) 預計將主要用於年輕人的培訓目的。預計將用於協助偏遠地區的現場工程師。AR 加速工廠維護過程。有效的遠程支持。為熟練工人提供更快的培訓。AR 技術最有前途的應用是提高維護任務的準確性和安全性。使用資產狀況、馬爾可夫鍊和智能優化器，算法可以找到優化的關鍵性能指標。通過帕累托最優曲線優化多個 KPI。能量傳輸生產中的擴展人工智能分為三個部分。人員專業知識、工具支持和流程編排。

(四)對專業主題 2 的貢獻

專業主題 2 (PS2) 的主題是“用於保護關鍵公用事業資產的網路安全技術、技術和應用”，其中包括：

- 網路安全指令、支持標準和認證計劃——來自全球電力公司
- 電力公司安全運營中心的網路事件管理和實施經驗
- 對電力系統運營的網路攻擊的影響評估和緩解策略。

信息和通信技術 (ICT) 整合方面的研究和經驗具有現有電力系統分析工具的網路和網路安全模擬器。

介紹和討論的結論可簡要概括如下。

有時，公用事業公司在解決網路安全方面缺乏統一的方法。公用事業網路是相互連接的，孤立的方法不是解決方案。相關參與者必須共同努力 (EPU、製造商、監管機構) 提出不受解釋的技術支持標準。

標準應詳細到消除解釋衝突的可能性的程度。需要對標準的實施提供詳細的指導，以配置關鍵參數的級別。

公用事業公司在一些標準和法規方面擁有經驗，包括 IEC 62351、NERC CIP、IEEE P1711、ISO/IEC 27000、NIST 800-53、NISTIR 7628、ISA/IEC 62443.....其中一些標準被採用以支持傳統 EPU 網路到分組網路移民倡議。一些國家/地區已有法規，但令人

擔憂的是，這些法規不一定是為 EPU 量身定制的。監管機構的合理規定似乎更受 EPU 的歡迎，並且與高度規定性的法規相比具有更好的積極影響。高度規範的法規可能會對 EPU 及其客戶產生負面的財務影響，因此必須保持合理的平衡。

介紹了進行影響分析和緩解網路安全攻擊必須採取的步驟。

這些步驟必須考慮到基礎設施、潛在網路攻擊的分析以及符合標準的 SOC 的建立。SOC 應遵守包括 NISTIR 7628、NERC 關鍵基礎設施保護 (CIP)、ISA99、IEEE 1402 在內的標準。政府設立的應急響應小組似乎認識到公用事業至關重要，其中一些人負責與公用事業合作。

集中式基於屬性的訪問控制 (ABAC) 可用於減輕與網路安全系統與傳統電力系統集成相關的複雜性。這解決了傳統電力系統專有接口帶來的挑戰。

從多個設備收集數據需要不同的經驗。企業需要訪問數據，但不得損害系統。必須支持自動數據檢索機制以避免重複的數據訪問任務。了解 SAS 協議的管理系統消除了不支持已知 IT 管理協議的 OT 設備帶來的限制

有人擔心，在中短期內，量子計算可用於破解當前的密碼方法，實用程序應考慮研究後量子密碼技術。

網路安全解決方案必須像任何其他 OT 應用程序一樣進行測試。這是必要的，因為 OEM 之間的 OT 設備接口各不相同，其中一些接口是專有的。標準化可以幫助減少公用事業公司必須進行的測試。OT 環境具有緊急應用程序，可被視為基於 AI 的自動化系統的攻擊，因此，基於 AI 的系統應僅限於諮詢功能。

(五)對專業主題 3 的貢獻

專業主題 1 (PS1) 的主題是“通過靈活且有彈性的電信網路滿足現代公用事業和 DER 的需求”，其中包括：

- 使用當前和下一代蜂窩 (4G/5G) 和基於物聯網的無線技術支持運營技術 (OT) 服務和應用
- 通過使用基於雲的技術和智能網路提高效率 and 網路安全，包括現代網路管理系統、網路自動化和服務編排、網路功能虛擬化 (NFV) 和軟件定義廣域網 (SD-WAN) – 提高和維護關鍵服務的可靠性和彈性，包括使用現代電信技術和技術的保護服務

演講和討論的結論可以簡要概括如下：5G 在改善電力公司的運營方面具有潛力。公用事業公司需要製定計劃和策略來選擇正確的無線技術（包括 5G），平衡通信要求，例如延遲、覆蓋範圍、帶寬、單個無線技術中的固有安全功能、功率要求以及當前市場考慮因素（例如成熟度）技術、頻譜成本和可用性以及產品成本和可用性。

在這些考慮因素中，公用事業公司還需要評估是實施私有蜂窩網路（例如，通過獲取頻譜實現私有 LTE/5G）還是使用運營商的公共服務。

公用事業似乎很可能會繼續使用無線技術的組合來滿足電力公用事業中許多不同類

型服務的要求。

在 SDN 和 SD-WAN 等領域，應考慮網路安全挑戰，特別是控制平面、管理和數據平面的適當保護。

SDN 解決方案的優勢在於它提供的易於部署、可擴展性和靈活性。

遷移到分組交換網路仍然是大多數公用事業公司關注的焦點。重要的是要仔細規劃服務的遷移，然後謹慎地分階段遷移，以降低關鍵服務的運營中斷風險。

隨著向分組交換網路的遷移，時間同步是受到影響的一個方面，因為需要仔細考慮在分組網路中分發時間信息的新方法。

正如我們從今天的交流中觀察到的那樣，隨著公用事業繼續向基於分組的網路遷移，基於分組網路的遠程保護仍然是一個令人感興趣的話題。

(六)結論

主席對本次會議進行了簡要總結，感謝所有特約記者和撰稿人和參與者。研究委員會 D2 的討論組會議 (DGM) 於下午 5:50 結束。

共有 49 篇投稿，包括自發的投稿和建議，提供了許多有趣的想法並激發了有益的討論。從技術角度來看，所有參與者都對此次會議感興趣。上午會議的參與者人數超過 100 人，全天平均超過 80 人。

Sparkup 設施在討論中帶來了一些互動性，包括與遠程與會者的互動。

柒、會議部分論文摘要

一、可重定位貨櫃式 STATCOM 安裝以提供電網靈活性和穩定性的設計和考慮

(論文編號：B3-PS1 10998)

在過去的十年裡，氣候變化不可避免地鼓勵了可再生能源 (RE) 的使用，預計可再生能源並網的比例將不斷增加。隨著可再生能源工廠數量的增加，在不久的將來，第三方接入 (TPA) 的數量將在泰國的輸電系統中大幅增加。家庭可再生資源作為 TPA 之一，隨後成為導致可再生能源使用增加的主要因素之一。家庭可再生能源系統導致能源市場發生重大變化。沒有家庭可再生能源系統，電力通常沿一個方向流動——從發電廠到負載，而有了家庭可再生能源系統，能源消費者也成為生產者，即所謂的“產消者”。如今，由於經濟高效，產消者數量大幅增加。

TPA 的連接通常是短期合同——只有 3-5 年。因此，由 TPA 引起的干擾將被視為非永久性問題。然而，TPA 與 RE 的連接會給電力系統帶來諸多挑戰，包括 RE 的間歇性輸出、無功功率不足、電力系統振盪、逆潮流、電壓和頻率擾動等。

根據 EGAT 的經驗，需要無效功率的位置可能會根據未來 TPA 或 RE 接入電網的情況而變化。因此，EGAT 看到了引入可重定位貨櫃型 STATCOM (RC STATCOM) 以緩解這些挑戰並將 RE 和 TPA 順利接入電網的機會。引入 RC STATCOM 是因為它能夠將先前安裝的 STATCOM 重新定位到需要 STATCOM 的其他變電所——提供“即插即用”功能。因此，這些功能被認為是 STATCOM 的移動性建築，與不可移動的 STATCOM 相比，它易於移動、拆卸和安裝。此外，該 RC STATCOM 可以採用標準化設計理念進行設計，並迅速安裝在其他變電所。這種設計理念和貨櫃化解決方案不僅可以減少安裝時間，避免混凝土建築施工的麻煩，還可以減少採購過程，因為不需要購買新的 STATCOM。此外，在工廠預先設置好貨櫃內的組件，包括閥門、冷卻的泵系統和控制與保護系統的面板，將減少 STATCOM 遷移到另一個變電所時的拆卸和重新安裝工作的時間。完成在另一個變電所安裝 RC STATCOM 的唯一工作是變電所和 RC STATCOM 之間的電纜連接。

對於設計理念，RC STATCOM 需要仔細實施以實現長期經濟效率。為了充分發揮 RC STATCOM 的優勢，需要正確識別有問題的 TPA 的變電所。有了這個預測，系統運營商可以提前設計 RC STATCOM，並使其與變電所兼容。因此，可以減少天文數字的投資，並使電力系統的運行變得更加高效。

泰國電力局 (EGAT) 預計，由於基礎設施、電力流、穩定性、安全性和交易結構 (點對點或 TPA) 的變化等顛覆性趨勢，未來的電網必須靈活且經濟高效。為有效適應這些變化，RC STATCOM 是保障泰國輸電系統安全的有效解決方案之一。

然而，EGAT 的挑戰是研究如何設計 RC STATCOM，使其與各種變電所兼容，從而減少設計工作並確保所有預定義位置的穩定性。

本文將重點關注 TPA 連接對輸電網路的負面影響、RC STATCOM 技術設計、變電所佈置、工程實踐、RC STATCOM 的維護和搬遷。

二、BESS Parinas–Polpaico：利用儲能讓 500 kV 輸電線路容量提升

(論文編號：C1-PS2 10425)

現有的 500 kV 和 220 kV 線路以最大容量運行，由於未來正在開發的新 220 kV 線路的調試，短期內會有所緩解。旨在解決這一問題的長期輸電解決方案將是最近獲得的 3,000 MW Kimal – Lo Aguirre HVDC 項目，預計將於 2028 年底完工。同時，對於 Kimal (阿塔卡馬沙漠) 和 Polpaico (聖地亞哥北部)，這可能代表了智利能源部門雄心勃勃的脫碳進程的退步。

鑑於新建輸電線路的架設難度越來越大，改造工程對關鍵輸電線路的干預從運營角度來看較為複雜，Transelec 在能源利用的基礎上，研究並推廣了 500MW 輸電容量改造方案。在新的 Parinas 500 kV 變電所 (太陽能 and 風能項目的未來樞紐) 和 Polpaico 500 kV (靠近主要負荷中心聖地亞哥) 中使用電網升壓方案進行存儲，該方案允許經由 N-1 容量以上的輸電線路進行傳輸，在緊急情況下為負載提供功率補償，同時吸收來自可再生能源的多餘能量。

Transelec 和顧問 Estudios Eléctricos 進行的分析表明，該方案可以實現傳輸容量的顯著增加 (相當於新的高容量 220 kV 線路)，而無需在兩個相距 1,100 公里之變電所間興建 2x500 kV 線路。

三、在高滲透率 PV 系統且低慣量之電力系統調頻

(論文編號：C4-PS3 11056)

傳統上，電力系統慣量是通過考慮所有直接連接到電網的旋轉質量來確定的。電力系統頻率穩定性取決於所有接入電網的同步電機，它受電力系統慣量、可控頻率儲備響應和功率不平衡量的影響。

所有同步發電機都與電網同步，並且由於任何大的功率不平衡而自動提取其存儲的動能。其中，電力系統中任何突然的額外大負載或大型發電機組的損失都會減慢機器速度，從而降低電力系統頻率。

目前，電廠排放已成為環境污染的主要來源。因此，電力系統發電車隊正在從傳統發電轉變為可再生能源 (RES)。再生能源的大規模整合以及用可再生能源替代傳統發電廠帶來了挑戰。例如，傳統的發電廠被風力渦輪機 (WT) 和光伏 (PV) 發電廠所取代，它們不會增加系統的慣量。

這種大集成導致電力系統運行的動態特性發生顯著變化。結果，電力系統慣量減小，頻率穩定性成為問題。其中，較低的電力系統慣量與較大的頻率變化率有關，因此在較

短的時間內頻率偏差較大。由於 RES 的集成度很高，本文中提出一種稱為“去負載”的技術，以增加電力系統的慣量並改善低慣量電力系統的頻率響應。所提出的控制策略使用 MATLAB/Simulink 建模。

為了研究所提出的方法的性能，研究了使用和不使用減載技術的大突發擾動期間的頻率響應。因此，所提出的技術通過啟用光伏發電計劃中的備用電力來減輕頻率偏差，從而有效地增強了頻率調節。

四、低網路慣量對系統暫態穩定度的衝擊

(論文編號：B5-PS1 10622)

電力系統慣量的變化及其衝擊尚待認識和研究。CIGRE JWG B5/C4.61 題為“低慣量網路對保護和控制的衝擊”成立於 2017 年，旨在實現這一目標，本文介紹了一些中期成果。

幾十年來，電力系統發展傾向於在互聯電網和安裝採用同步發電機技術的大型發電機組方面增加慣量水平。這樣，電力系統暫態穩定性驗證就成為遵循一些成熟程序的標準分析。同步旋轉的轉子需要大量的能量儲備，這有助於改善對突然功率失衡的恢復能力。然而，發電機技術的變化，特別是引入了大量具有很少或沒有同步慣量的基於逆變器的發電機，對系統運行提出了重大挑戰。人們普遍認為，低慣量網路會對電力系統暫態穩定性產生負面衝擊。然而，正如 CIGRE JWG B5/C4.61 的發展所揭示的那樣，情況可能並不總是如此。

無論網路中的同步機有多少，它們都必須在運行中保持同步。它們可能在彼此之間以不同的轉子角度運行以產生不同數量的電能，但它們的速度必須保持不變（至少在穩態條件下）。網路中的短路故障會改變各個同步電機的速度，具體取決於它們與故障的電氣距離及其慣量常數。如果故障沒有快速清除，同步電機可能失步。

解釋暫態穩定性現象的常用方法是利用單機 - 無限匯流排模型。該模型包括一個觀察到的同步電機，連接到無限電源，代表剩餘網路的簡化版本。假設這個無限電源在數學上具有無限慣量，因此不應受到干擾（故障、功率不平衡等）的衝擊。在整個觀察期間，它的角度和頻率都保持不變。只要實際電網的慣量水平足夠高，這個模型就沒有問題。然而，如果網路慣量由於基於逆變器的發電量的增加而發生顯著變化，則該模型在檢查暫態穩定性時很容易出現不合適的情況。

在本文中，作者解釋了為什麼單機-無限匯流排模型不適用於低慣量網路中的暫態穩定性研究。引入了一個新的簡單研究模型來分析基於逆變器的發電對暫態穩定性的多重衝擊。該論文闡明，即使系統慣量降低，故障的關鍵清除時間也可以延長。帶有發電機控制器的 IEEE 39 總線測試系統的模擬研究支持了這一發現。

捌、本公司投稿獲接受之論文

題目：金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析

金門為淺碟型小型孤島電力系統，島上設有 3.17MW 至 11.15MW 柴油引擎發電機共 16 部，裝置容量共約 107.21MW；另有再生能源之風機 2 部共 4MW、PV 共 14MW，總裝置容量達 125.24MW。發電機組易因線路事故造成的電壓或頻率穩定度問題而跳機，繼而影響系統供電穩定。島上 80%以上為民生用電，尖離峰負載差異較大，尖載發生再每日夜間時段 19:00~22:00。2019 夏季夜間尖載 61.71MW、冬季夜間尖載平均約 32.2MW。

金門縣政府金門低碳島第計畫並鼓勵再生能源併網，故未來將有大量太陽光發電併入系統，將對金門電力系統運行造成極大的衝擊，且因應金門縣政府擬補助金門地區民眾裝置再生能源（太陽光電），台電公司於 109.7.31 預估 111 年 PV 出力達 20.8MW。惟由於大型再生能源業者申請併網 15MW，故於 110.1.7 滾動檢討估計 111 年 PV 出力更高達 33.5MW，台電公司須預為因應。

研究目標為金門地區儲能容量及最大再生能源併網量。本次金門地區儲能容量及最大再生能源併網量分析需滿足二個限制條件：1.功率型儲能：塔山跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz。2.能量型儲能：發電(柴油+再生能源)扣減負載後多餘電能存於儲能電池。

為滿足上述目標及限制條件，有二假設條件：1「.功率型儲能」僅提供快充快放功能；「能量型儲能」僅提供削峰填谷功能，兩者暫不互相支援。2.各項情境分析係依 108.11 至 109.4 之實績值，採統計學方式推估。

研究結果表明：若民國 111 年金門冬季午間時段負載 38MW 時，因太陽光電增加，運轉機組數減少，inertia 慣量降低，故建議再增加設置功率型儲能 2MW/1MWh，增加虛擬慣量，期跳機後低頻電驛不動作。

因應民國 111 年再生能源併網後削峰填谷之能量轉移需求，再生能源發電由 11.9MW 增加為 39.3MW，增加 27.4MW。而負載僅由 32.2MW 增加為 38MW，僅增加 5.8MW，故能量型儲能須需設置 8MW/48MWh。

至於再生能源最大裝置容量，當金門地區未來 111 年冬季午間時段負載約 38MW，考量功率型儲能為 4MW/2MWh 時，跳一部柴油機組，另一部仍可扛載之最嚴厲情況，以 50%出力維持 2 部運轉，且跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz，則塔山電廠共可出力 8MW。則依「負載=柴油機發電+再生能源發電」原則，金門最大再生能源出力為 30MW。

金門系統整體穩定度之變數頗多，包括 9、10 號機在運轉排程中所擔任之角色，大量再生能源(例如 111 年冬季午間 8M+30M)之變動性，能量型儲能在連續陰天時，對夜間尖峰的能量提供能力等，均是變數，未來可建立「金門長期運轉穩定度分析計畫」，作為滾動修正之依據，並訓練電力系統專業人才，協助塔山電廠調度運轉之技術提昇。

一、緣由

金門縣政府有關金門低碳島第二期計畫，未來將有大量太陽光發電併入系統，將對金門電力系統運行造成極大的衝擊，且因應金門縣政府擬補助金門地區民眾裝置再生能源（太陽光電），台電公司於 109.7.31 預估 111 年 PV 出力達 20.8MW。惟由於大型再生能源業者申請 111.12 併網 15MW，故於 110.1.7 滾動檢討估計 111 年 PV 出力更高達 33.5MW，台電公司須預為因應。

二、研究目標

(一)目標

金門地區儲能容量及最大再生能源併網量。

(二)限制條件

本次金門地區儲能容量及最大再生能源併網量分析需滿足二個限制條件：1.功率型儲能：塔山跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz。2.能量型儲能：發電(柴油+再生能源)扣減負載後多餘電能存於儲能電池。

(三)假設條件

為滿足上述目標及限制條件，有二假設條件：1.「功率型儲能」僅提供快充快放功能；「能量型儲能」僅提供削峰填谷功能，兩者暫不互相支援。2.各項情境分析係依 108.11 至 109.4 之實績值，採統計學方式推估。

三、金門儲能現況

(一)金門儲能一期

金門儲能一期為在夏興電廠建置 1.8MW/10.8MWh 之能量型儲能系統，於 109 年 12 月完成。配合電能管理系統 EMS 調度，提供金門地區能量轉移、低頻響應等功能，以作為削峰填谷之用。

(二)金門儲能二期

金門儲能二期為在夏興電廠建置 2MW/1MWh 之功率型儲能系統，已於 109 年 5 月 14 日完成。提供發電機跳機時迅速彌補發電量不足之缺口，將配合電能管理系統 EMS 調度，提供金門地區調頻、調壓、再生能源平滑化與跳機響應等功能，以作為快充快放之用。

(三)二期儲能對系統之貢獻

由 109 年 5 月 14 日完成之儲能二期運轉狀況可比較：當系統遭遇機組無預警跳機時，在有/無儲能設備等不同之情況下，對跳機後最低頻率之提昇是否有差異。

金門電力系統於 108 年 12 月 1 日無儲能設備發生跳機與 109 年 5 月 31 日有儲能設備發生跳機，如表 1，等之情境，兩案例跳機量占比近似。

108 年 12 月 1 日無儲能設備時，柴油機總發電量 27.64MW，塔山 4 號機跳機當時出力 5.377MW，占比約 19.4%。

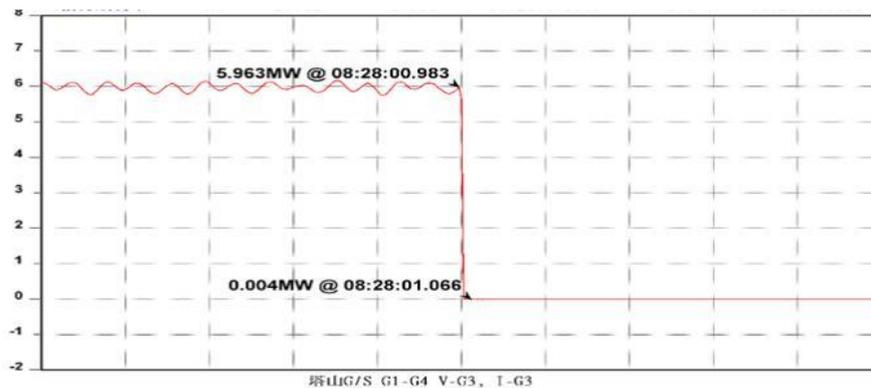
109年5月31日有儲能設備時，柴油機總發電量 29.7MW，塔山3號機跳機當時出力 5.66MW，占比約 19%。

表 1 有無儲能時之跳機比較表

日期	機組	塔 1	塔 2	塔 3	塔 4	塔 7	夏 5	總發電量
108.12.1	塔 4 號跳機 無儲能	4.8	4.8	5.1	5.38	4.89	2.62	27.642
	出力 (MW)							
	占比	17%	17%	19%	19%	18%	9%	100%
109.5.31	塔 3 號跳機 有儲能	5.8	5.7	5.3	6.27	6.64	--	29.7
	出力 (MW)							
	占比	20%	19%	18%	21%	22%	--	100%

(資料來源：本研究)

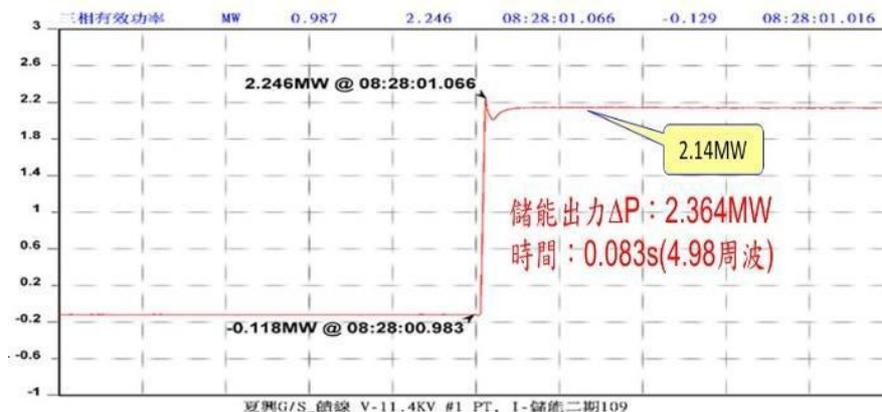
圖 1 塔山 3 號機跳機前後之出力變化情形，塔山 3 號機跳機前出力為 5.963MW，於 8：28：00.983 跳機，跳機後出力於 8：28：01.066 驟降至 0.004MW。



(資料來源：本研究)

圖 1 塔山 3 號機跳機前後之出力變化

圖 2 為塔山 3 號機跳機前後二期儲能設備之出力變化，當 8：28：00.983 塔山 3 號機跳機後，儲能設備即啟動於 5 周波內補充不足之電能 2.364MW，於 8：28：01.066 出力達 2.246MW，最後達穩定出力 2.14MW。

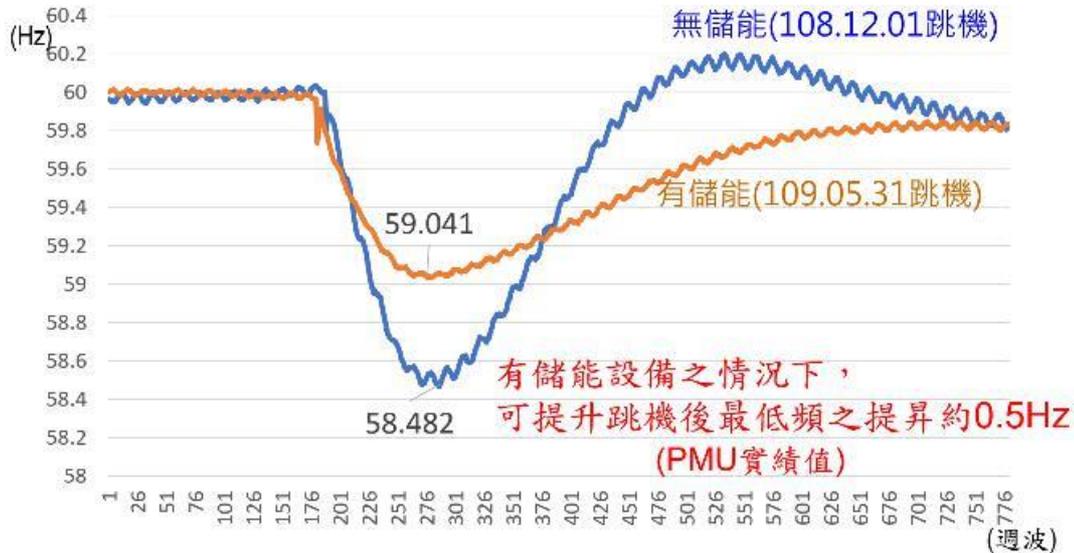


(資料來源：本研究)

圖 2 塔山 3 號機跳機前後儲能出力變化

有/無儲能設備對提升跳機後最低頻率之提昇如圖 3 所示，其中藍線為 108 年 12 月 1 日無儲能設備機組發生跳機之結果 58.482Hz，橘線為 109 年 5 月 31 日有儲能設備機組發生跳機之結果 59.041Hz。

由圖 3 中，有儲能設備之情況下，可提升跳機後最低頻之提昇約 0.5Hz，跳機占比越高，儲能設備對於最低頻率的提昇越明顯。



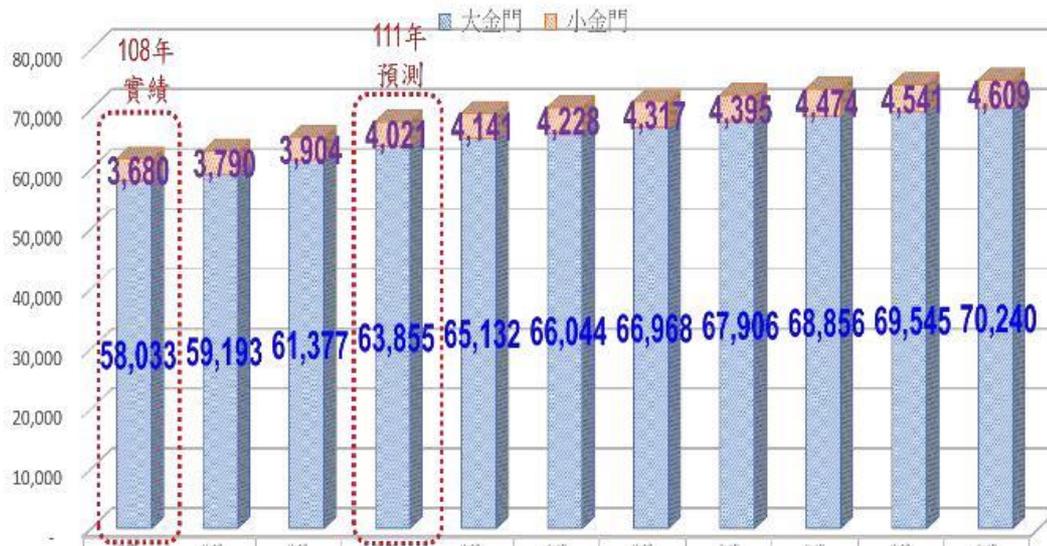
(資料來源：本研究)

圖 3 有無儲能設備對提升跳機後最低頻率貢獻(藍線：無儲能。橘線：有儲能)

四、未來負載預測

大小金門跨海大橋預定民國 110 年完工，屆時大小金門電力系統將合聯為一電力系統，故未來負載預測採以大小金門合計方式估算。

台電公司對大小金門地區之未來十年負載預測估算結果如圖 4。



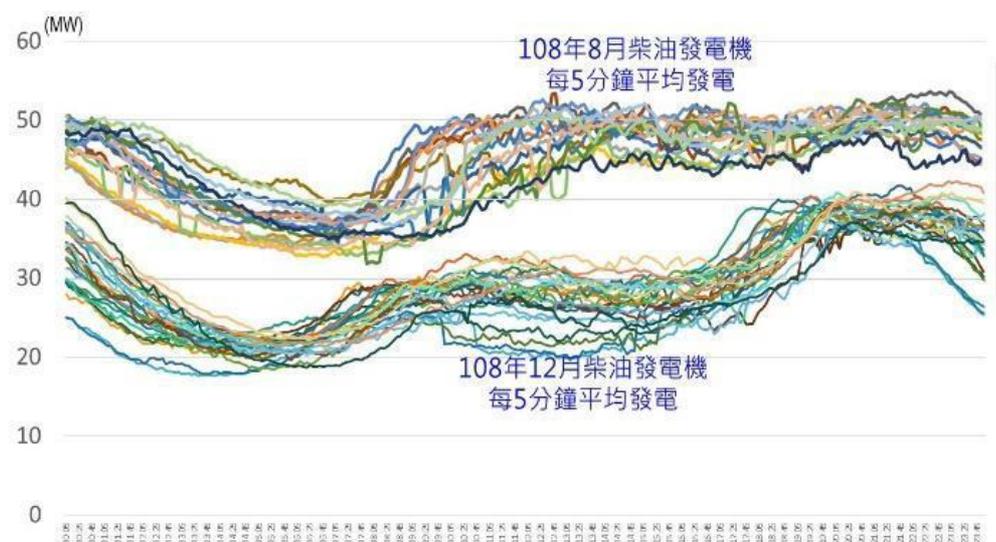
(資料來源：金門區處)

圖 4 金門區處 109 年~118 年負載預測

其中民國 108 年為實績值，大金門尖峰值為 58,033kW、小金門尖峰值為 3,680kW，大小金門尖峰值合計 61,713kW。大小金門尖峰值雖未必發生在同一時間點，惟兩者地理位置接近、民眾生活作息接近，可視為同一生活系統，為簡化估計，大小金門之尖峰值簡化為發生在同一時間點。

初估民國 111 年之大金門尖峰值為 63,855kW、小金門尖峰值為 4,021kW，大小金門尖峰值合計 67,876kW。

民國 108 年 8 月及 12 月之柴油引擎發電機每 5 分鐘之平均發電情形如圖 5 所示^[1,2]。



(資料來源：本研究)

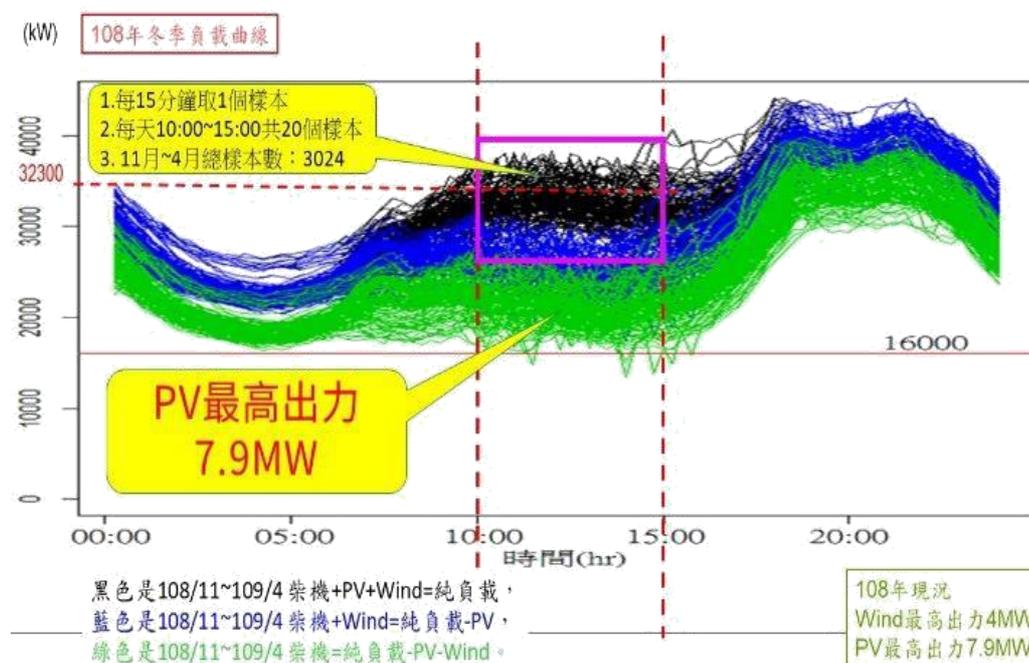
圖 5 108.8 及 108.12 柴油發電機出力

由圖 5 知，8 月為夏季期間，中午負載與晚上負載相當，多介於 43MW 至 53MW 之間，而 12 月為冬季期間，晚上負載較中午負載為高。

由於系統負載預測主要預測夏季尖載情形，對於冬季非尖載且是中午時段之負載情形，則無預測。惟金門地區再生能源對系統影響較嚴重之時段為冬季的中午時段，此時段之負載預測以統計方法來預估。

經統計 108 年 11 月至 109 年 4 月之冬季日負載曲線資料如圖 6 所示，此時 Wind 最高出力為 4MW、PV 最高出力為 7.9MW。

圖 6 之黑色線為純負載曲線=柴油機出力+PV 出力+Wind 出力；藍色線為純負載曲線-PV 出力=柴油機出力+Wind 出力；綠色線為純負載曲線-PV 出力-Wind 出力=柴油機出力。圖 6 之冬季中午時段平均負載為 32.3MW，詳細推估過程可參閱柒、附錄。



(資料來源：本研究)

圖 6 108.11 至 109.4 冬季日負載曲線

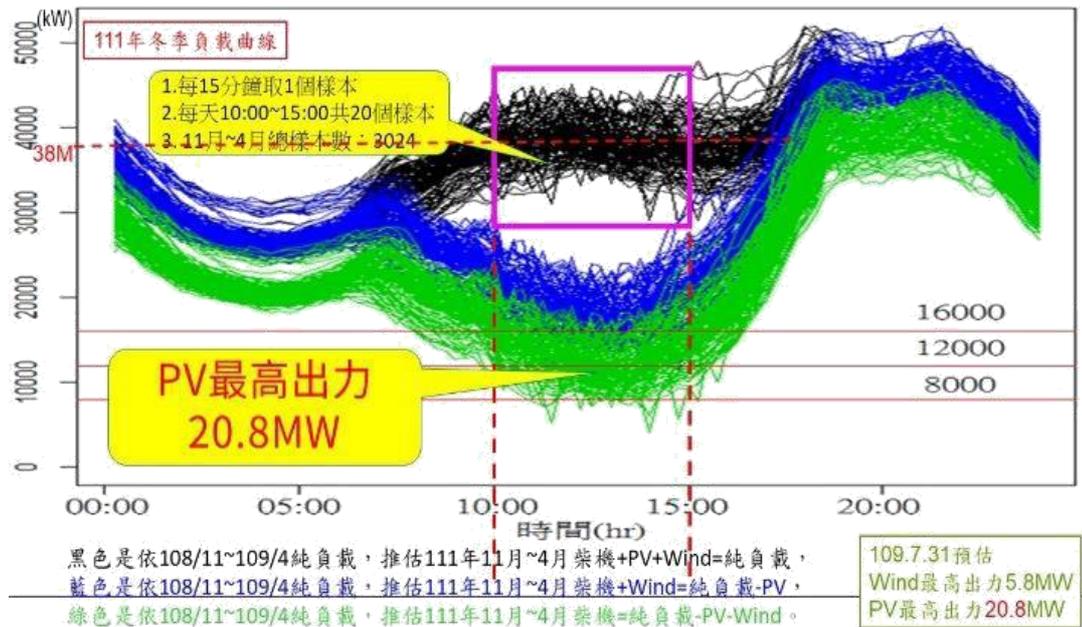
由於柴油發電機出力(純負載)需配合 PV 出力變化適時調整，故當 PV 出力高時，柴油發電機出力(純負載)配合調低；當 PV 出力低時，柴油發電機出力(純負載)配合調高。而 PV 出力最高時段約為每日之 10：00 至 15：00，此時柴油發電機於此時段之出力(純負載)則配合調低。

依據 108 年冬季(108.11 至 109.4)日負載曲線，參照金門區處之 109 年至 118 年尖峰負載預測調整為 111 年冬季日負載曲線。

故 108 年夏季尖載實績為 61.713MW，111 年夏季尖載預估為 67.876MW，故 111 年約為 108 年之 1.1 倍。

以 108 年 11 月至 109 年 4 月之冬季日間純負載曲線資料等比放大 1.1 倍而成為 111 年冬季日間純負載曲線資料，如圖 7 所示。其中，配合金門縣政府鼓勵再生能源併網，初估 111 年時 Wind 最高出力為 5.8MW、PV 最高出力為 20.8MW。圖 7 之冬季中午時段平均負載為 38MW，詳細推估過程可參閱柒、附錄。

圖 7 之 PV 最高出力為 20.8MW，由於大量再生能源發電併入系統，可觀察出冬季日間時段之鴨肚子已初步成型，此時段柴油引擎發電機須配合降載，以充分利用 PV 發電。

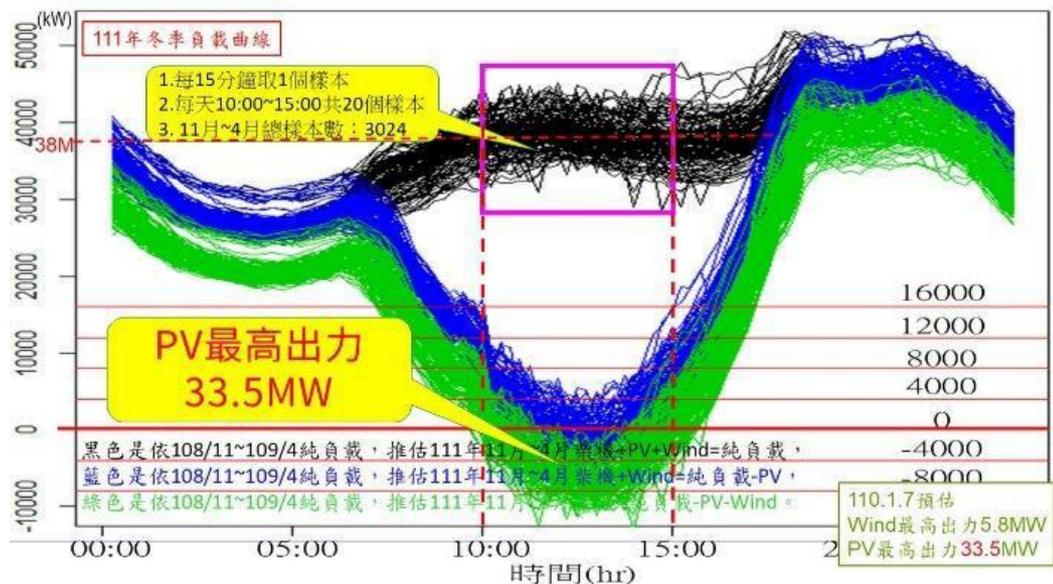


(資料來源：本研究)

圖 7 111.11 至 112.4 冬季日負載曲線

(PV 最高出力 20.8MW)

由於大型再生能源業者申請於 111 年 12 月併網 15MW，故 PV 最大出力滾動檢討提升為 33.5MW，此時 111.11 至 112.4 之冬季日負載曲線資料重畫如圖 8 所示。其中 Wind 最高出力為 5.8MW、PV 最高出力初估為 33.5MW。



(資料來源：本研究)

圖 8 111.11 至 112.4 冬季日負載曲線(PV 最高出力 33.5MW)

由圖 8 知，111.11 至 112.4 之冬季日間時段(10:00~15:00)，風機及 PV 於出力最大時，可看出鴨肚子已非常嚴重，純負載曲線(綠色線)已低於 0，亦即柴油機若仍配合降載至 0，而系統仍有剩餘電力供應。

五、分析結果

(一)功率型儲能

功率型儲能之分析需滿足限制條件 1.塔山跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz。

鑑於功率型儲能可增加系統虛擬慣量，考量前述跳一部柴油機組，另一部仍可扛載之最嚴厲情況，以 50%出力維持 2 部運轉且跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz。若僅有現已完工啟用之功率型儲能 2MW/1MWh，則跳機後最低頻率為 56.46Hz；若再增加功率型儲能 2MW/1MWh，則跳機後最低頻率可改善提升為 59.23Hz，並可兼顧機組運轉彈性及系統裕度，故建議功率型儲能再增加 2MW/1MWh。

功率型儲能設備需求分析結果如表 2 所示。當塔山發電機於 N-0、N-1 時(即跳一部機時)，各情境最低頻率以 PSS/E 分析結果如圖 9 所示^[3]。

表 2 功率型儲能設備需求分析結果

發電機 運轉 情形 功率 型 儲能 裝置量	發電機 N-0時	運轉2部		運轉3部				運轉4部					
		一、二期2部 三期0部 (簡稱2+0)		一、二期3部 三期0部 (簡稱3+0)		一、二期2部 三期1部 (簡稱2+1)		一、二期4部 三期0部 (簡稱4+0)		一、二期3部 三期1部 (簡稱3+1)		一、二期2部 三期2部 (簡稱2+2)	
	單機出力	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%
	出力情形 (MW)	6.3+6.6 =12.9	3.9+4.1 =8	6.3x2+6.6 =19.2	3.9x2+4.1 =11.9	6.4x2+8.9 =21.7	3.9x2+5.6 =13.4	6.3x2+6.6x2 =25.8	3.9x2+4.1x2 =16	6.4x3+8.9 =28.1	4x3+5.6 =17.6	6.4x2+8.9x2 =30.6	4x2+5.6x2 =19.2
2MW/1MWh (已完工啟用)	發電機 N-1時	情境1 53.95 Hz	情境2 56.46 Hz	情境3 56.85 Hz	情境4 58.24 Hz	情境5 56.88 Hz	情境6 57.12 Hz	情境7 57.7 Hz	情境8 58.88 Hz	情境9 56.38 Hz	情境10 57.96 Hz	情境11 57.2 Hz	情境12 58.5 Hz
2MW/1MWh (已完工啟用) +2MW/1MWh (增設功率型儲能)	N-1時 (跳最大機) 最低頻率	情境1-1 56.86 Hz	情境2-1 59.23 Hz	情境3-1 58.02 Hz		情境5-1 57.6 Hz	情境6-1 58.68 Hz			情境9-1 57.32 Hz		情境11-1 57.96 Hz	

(資料來源：本研究)

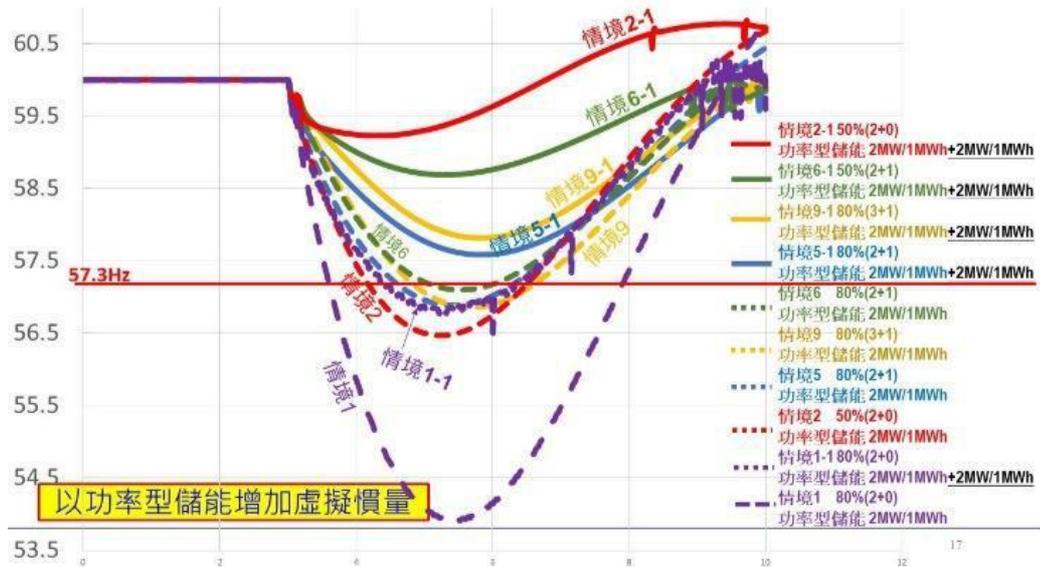
表 2 功率型儲能設備需求分析結果中，發電機運轉情形包括運轉 2 部、3 部及 4 部，各有不同一、二、三期開機及運轉出力組合。其中：

情境 1：一、二期運轉 2 部、三期 0 部(簡稱 2+0)，單機出力 80%，發電機 N-0 總出力 12.9MW。功率型儲能裝置量為 2MW/1MWh 時，當發電機 N-1 時，頻率降至 53.95Hz，低於 57.3Hz。當功率型儲能裝置量為 2MW/1MWh +2MW/1MWh 時，當發電機 N-1 時，頻率降至 56.86Hz，仍低於 57.3Hz。

情境 2：一、二期運轉 2 部、三期 0 部(簡稱 2+0)，單機出力 50%，發電機 N-0 總出力 8MW。功率型儲能裝置量為 2MW/1MWh 時，當發電機 N-1 時，頻率降至 56.46Hz，低於 57.3Hz。當功率型儲能裝置量為 2MW/1MWh +2MW/1MWh 時，當發電機 N-1 時，頻率降至 59.23Hz，已高於 57.3Hz。

依此類推其餘情境 3 至 12 等為發電機 N-0 總出力、當功率型儲能裝置量 2MW/1MWh 時，發電機 N-1 後系統頻率下降情形。而情境 3-1 至 11-1 等為發電機 N-1，頻率低於 57.3Hz，功率型儲能裝置量在 2MW/1MWh+2MW/1MWh 時之改善情境。

各情境中，將情境 1、2、5、6 及 9 以及改善後之情境 1-1、2-1、5-1、6-1 及 9-1，於發電機 N-1 時之頻率變化圖如圖 9 所示。



(資料來源：本研究)

圖 9 塔山發電機於 N-0、N-1 時，各情境最低頻率以 PSS/E 分析結果

圖 9 之虛線為發電機 N-1 跳機後頻率低於 57.3Hz 之情境，除情境 1-1 為功率型儲能裝置量為 2MW/1MWh+2MW/1MWh 時仍低於 57.3Hz 外，餘虛線情境 1、2、5、9 及 6 於增設功率型儲能 2MW/1MWh 後，發電機 N-1 跳機後高於 57.3Hz 之實線情境 2-1、5-1、9-1 及 6-1。

(二)能量型儲能

能量型儲能之分析需滿足限制條件 2：能量型儲能=發電(柴油+再生能源)-負載。

能量型儲能量分析結果如圖 10 所示，圖 10 中，灰色長條圖為柴油機發電、綠色長條圖為 Wind 發電、黃色長條圖為 PV 發電。

情境 2-1：柴油機 50%出力、2+0 模式，出力為 8MW，分別搭配綠色 Wind 發電出力 5.8MW 及搭配 PV 分別於 80%、70%及 60%出力，分別為 33.44MW、29.26MW 及 25.08MW 出力，則總出力分別為 47.24MW、43.06MW 及 38.88MW。

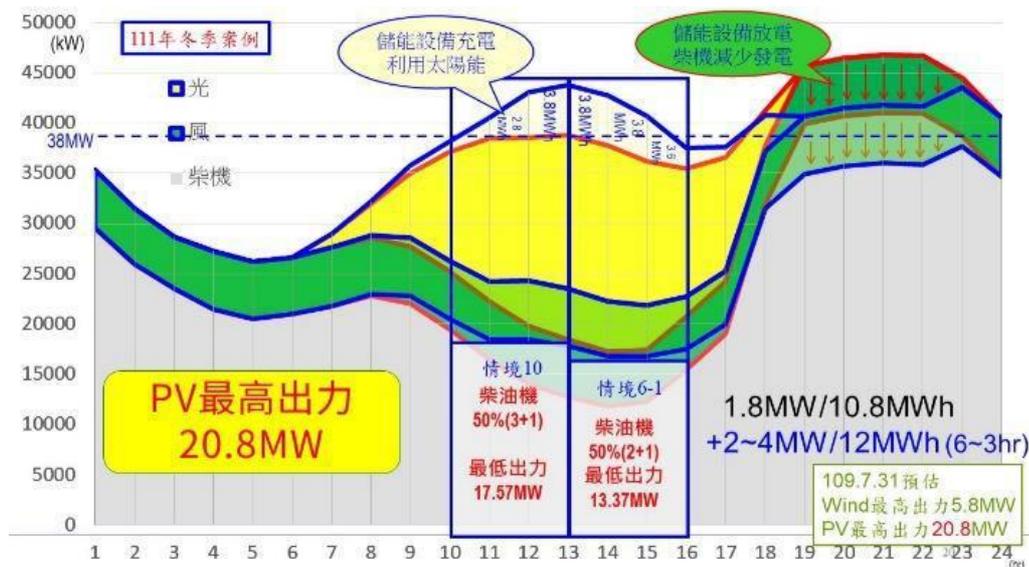
餘圖 10 中各情境 4、情境 6-1、請境 8 及情境 10 之表述方式亦同。



圖 10 能量型儲能分析結果(資料來源：本研究)

圖 10 中，考量 111 年時(1)柴油機組 50%出力、最少運轉 2 部共出力 8MW；(2) Wind 100%出力，共出力 5.8MW；(3) PV 80%出力，共出力 33.44MW。故柴油機+Wind+PV=47.24MW。扣減 111 年冬季午間時段負載 38MW，則系統將有超額電力 9.3MW，考慮兼顧其他 PV 業者併網量，規劃設置能量型儲能 9.8MW 以儲存超額電力。

為使再生能源全數發電併入電網，將適時調整柴油發電機之出力，以符合系統平衡。圖 11 為民國 111 年冬季日負載曲線及各型發電設備出力情況圖。此時負載為 38MW，其中紅線為無儲能設備之曲線、藍線為有儲能設備之曲線，此時 PV 最高出力 20.8MW，能量型儲能裝置量為 3.8~5.8MW/22.8MWh。



(資料來源：本研究)

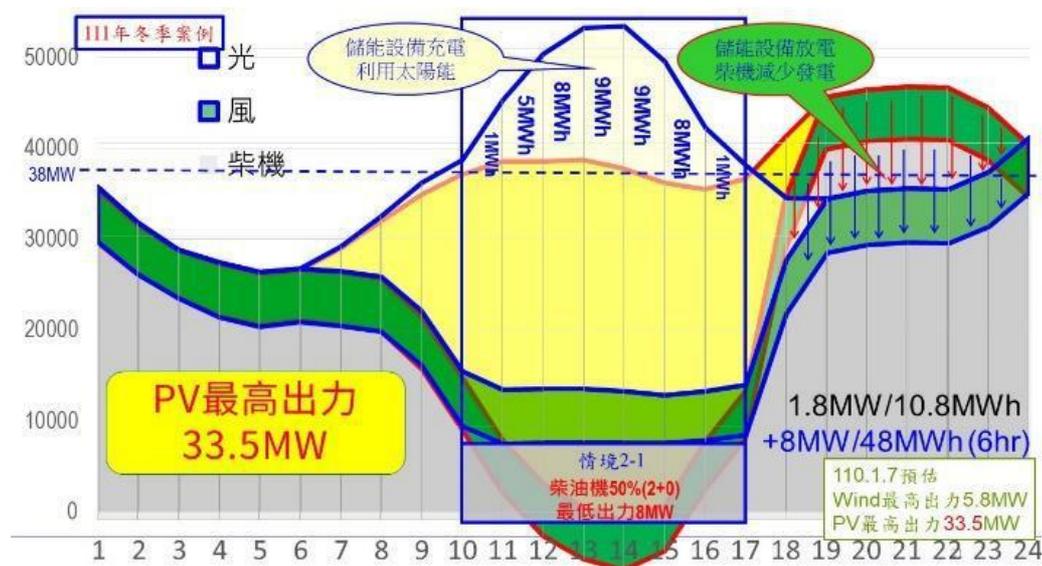
圖 11 民國 111 年冬季負載 38MW、PV 最高出力 20.8MW 之日負載曲線

運用儲能設備，可削峰填谷，達到降低尖峰負載之目的。圖 11 中，10：00 至 17：00 為太陽光最強之時段，亦是太陽光發電量最高之時段，此時儲能設備充電。如 11：00 至 12：00 儲能設備充電量為 2.8MWh，12：00 至 13：00 儲能設備充電量為 3.8MWh、13：00 至 14：00 儲能設備充電量為 3.8MWh、14：00 至 15：00 儲能設備充電量為 3.8MWh、15：00 至 16：00 儲能設備充電量為 3.6MWh，總計 17.8MWh，另加計 9：00 至 11：00 及 16：00 至 17：00 等零星時段之儲電量，可達 22.8MWh。

自 17：00 太陽下山後，儲能設備即以放電模式提供電能予系統，以減緩柴油電機升載之速度。

自 18：00 至 23：00 為儲能設備放電時段。若無儲能設備，由於太陽下山，太陽能發電量急劇減少且用戶負載迅速增加，柴油機於 17:00、18:00 及 19:00 之出力由 19MW 增加至 32MW 至 39.9MW。若有儲能設備，則柴油機於 17:00、18:00 及 19:00 之出力由 20MW 增加至 31.5MW 至 34.9MW。

同理，可推估經滾動檢討後 PV 最高出力增加為 33.5MW 之日負載曲線情形。民國 111 年冬季負載 38MW、PV 最高出力 33.5MW 之日負載曲線如圖 12 所示。考慮午間日照較強時段 10：00 至 15：00 共 5hr 及其他日照較弱時段合計約 1hr，則需 6hr 共 58.8MWh 之儲能，故能量型儲能裝置量為 9.8MW/58.8MWh。



(資料來源：本研究)

圖 12 民國 111 年冬季負載 38MW、PV 最高出力 33.5MW 之日負載曲線

(三)最大再生能源出力

當金門地區未來 111 年冬季午間時段負載約 38MW，考量功率型儲能為 4MW/2MWh 時，跳一部柴油機組，另一部仍可扛載之最嚴厲情況，以 50%出力維持 2 部運轉、且跳機不觸動低頻電驛設定值 57.3Hz，則塔山電廠共可出力 8MW。則依「負載=柴油機發電+再生能源發電」原則，金門最大再生能源出力為 30MW。

六、結論與建議

(一)功率型儲能

因太陽光電增加，運轉機組數減少，inertia 慣量降低，故建議再增加設置 2MW/1MWh，增加虛擬慣量，期跳機後低頻電驛不動作。

(二)能量型儲能

因應民國 111 年再生能源併網後削峰填谷之能量轉移需求，再生能源發電由 11.9MW 增加為 39.3MW，增加 27.4MW。而負載僅由 32.2MW 增加為 38MW，僅增加 5.8MW，故須需設置 8MW/48MWh。

(三)再生能源最大裝置容量

111 年冬季午間時段(10:00~15:00)負載 38MW。柴油機組 50%出力、運轉 2 部(即 2+0)共出力 8MW。負載 38MW=柴油機出力 8MW+再生能源出力 30MW。再生能源出力 30MW-風機出力 5.8MW=PV 併網 24.2MW。則 PV 裝置容量：若 80%出力，則 30.3MW；若 70%出力，則 34.6MW；若 60%出力，則 40.3MW。

(四)建議

金門系統整體穩定度之變數頗多，包括 9、10 號機在運轉排程中所擔任之角色，大量再生能源(例如 111 年冬季午間 8M+30M)之變動性，能量型儲能在連續陰天時，對夜間尖峰的能量提供能力等，均是變數，未來可建立「金門長期運轉穩定度分析計畫」，作為滾動修正之依據，並訓練電力系統專業人才，協助塔山電廠調度運轉之技術提昇。

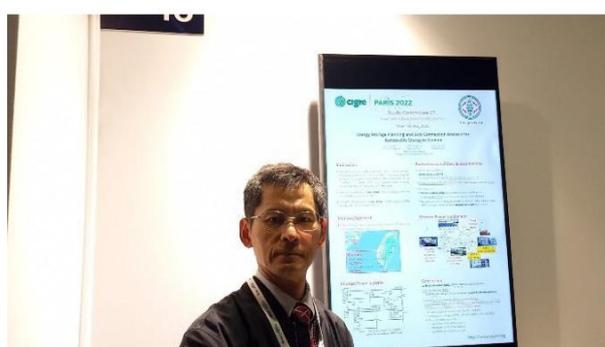
玖、何秉衡論文發表演場

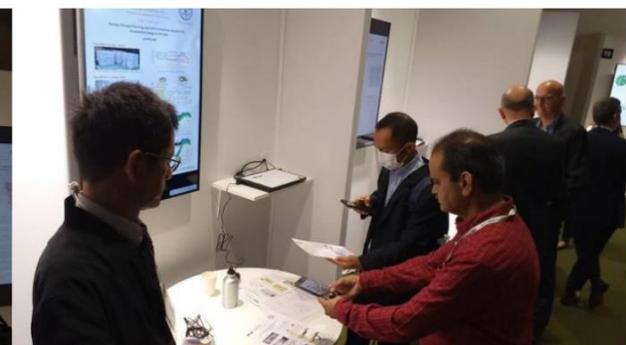
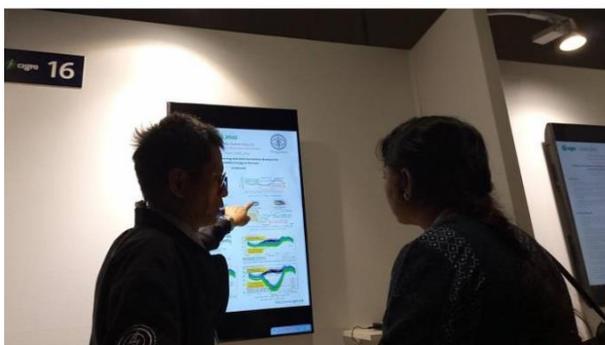
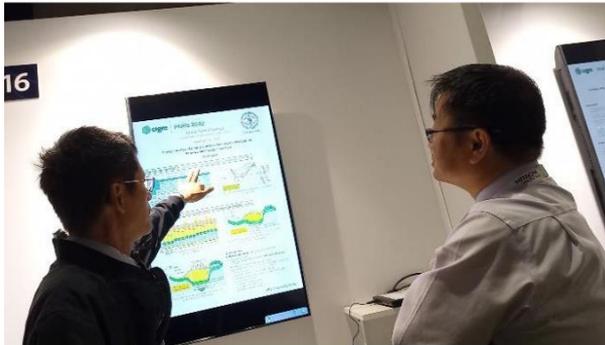
一、Poster Session 現場

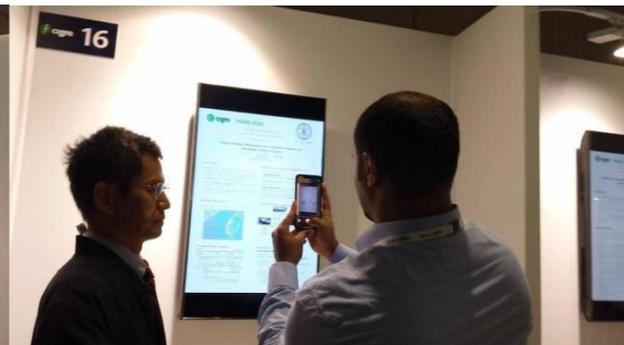
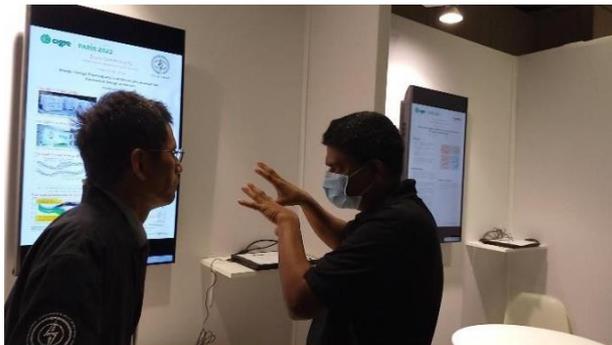
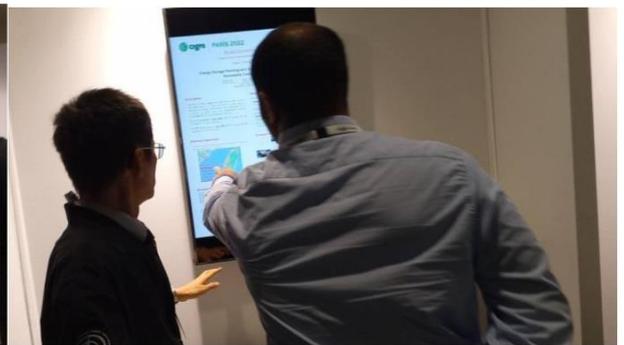
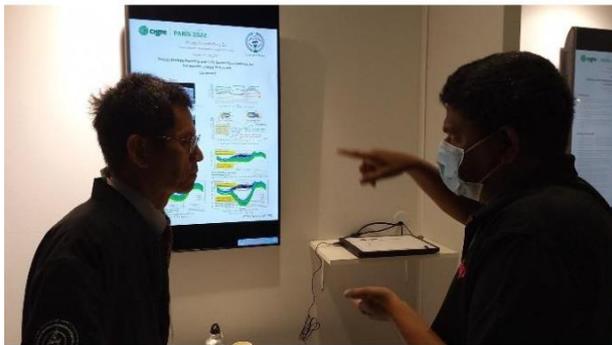
2022 年巴黎會議有創紀錄的 950 多篇新技術論文。從 8 月 29 日星期一到 9 月 1 日星期四，海報會議則提供專門的空間供作者以海報形式向感興趣的代表展示論文。為此，950 多篇最終論文中的每一篇都將有一個空間和一個時間段。

本次何秉衡獲通過的論文以 POST Session 方式發表，議程排在 8 月 30 日周二上午 9:00~12:30，在 Level 1 的 Hall TERNES 廳舉行。下圖分別是何秉衡在 Session 現場向來賓說明論文內容、就來賓問題回答及與來賓間討論相關內容等之照片。

		LOCATION	LEVEL
CIGRE OPENING CEREMONY (OPEN TO ALL)			
Sunday 28 August	16:00	Grand Amphithéâtre	0
TECHNICAL MEETING SCHEDULE (OPEN TO DELEGATES ONLY)			
Monday 29 August	8:30	Grand Amphithéâtre	2
	12:00		
	9:00	Hall TERNES	1
	12:30		
	14:30		
	18:00		
	14:00	Grand Amphithéâtre	2
	18:00	Amphi BLEU	2
	8:45	Amphi HAVANE	3
	18:00	Grand Amphithéâtre	2
	8:45	Amphi BORDEAUX	3
	18:00	Amphi BLEU	2
Tuesday 30	14:00	Hall TERNES	1
	18:00		
	14:00	Room 251	2
	18:00		
	15:00	Room 352B	3
	18:00		







二、Poster Session 簡報內容



Study Committee C1
Power System Development and Economics
Paper C1-ID10586-2022



Taipower

Energy Storage Planning and Grid Connection Analysis for Renewable Energy in Kinmen

Ping-Heng HO¹ Shen-Jen HSIAO¹ Tsun-Yu HSIAO¹
Peter Yuinhong LIU² Chen Han WU¹ Yung Fu WANG¹
¹Taiwan Power Company
²Taiwan Electric Research & Testing Center

Motivation

- Kinmen is a small, shallow-dish-like island power system. The peak load is **59.72MW** in 2020. It's very easy to blackout by system interference. The renewable PV is **11.48MW** in 2021. The local government actively encourages the PV connecting into the grid.
- The **1st** estimated in **July 2020**, the PV output will be increased to **20.8MW** by 2022.
- The **2nd** rolling review in **Jan. 2021**, the PV output will be reached to **33.5MW** by 2022.

Restrictive conditions & assumptions

- Restrictive conditions
 1. **Short duration EESS:**
If one generator tripped, system frequency > 57.3Hz
 2. Long duration EESS = Diesel generation + Renewable energy - Load
- Assumptions
 1. **Short duration EESS** specializes in Real-time Rescue;
Long duration EESS specializes in Energy Time-shifting.
 2. The analysis of the study is based on the real data between Nov. 2019 and Apr. 2020, and the **statistical methods** is used.

Method/Approach

- Energy Storage Planning and Grid Connection Analysis for Renewable Energy in Kinmen

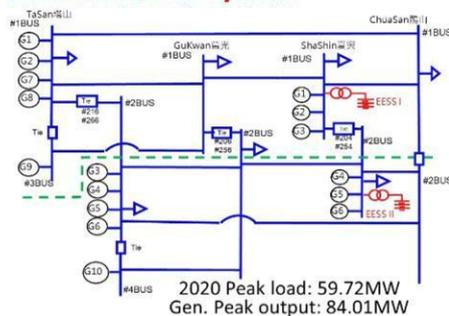


2022 年目標新增裝機容量的 90% 多為再生能源 - 電力月 24 小時平均 9 月 1 日
因應政府「推動能源轉型」的目標，電力月 24 小時平均 9 月 1 日
此：90% 多為再生能源裝機容量 - 電力月 24 小時平均 9 月 1 日

Kinmen Power Equipment



Kinmen Power System



Conclusion

1. **Short duration EESS:** 2MW/1MWh+2MW/1MWh (EESS II)
2. **Long duration EESS:**
1.8MW/10.8MWh+8MW/48MWh=9.8MW/58.8MWh(6hr) (EESS I)
3. **The Maxima Capacity of Renewable Energy**
Long duration EESS = Diesel generation + Renewable energy - Load
 - 2 Diesel generators with 50% output = 8MW
 - Load in 2022 Winter (10:00~15:00) = 38MW
 - Renewable energy 30MW - Wind 5.8MW = PV 24.2MW
 - PV connecting capacity:
 - 30.3MW (if PV 80% output)
 - 34.6MW (if PV 70% output)
 - 40.3MW (if PV 60% output)

<http://www.cigre.org>

Energy Storage Planning and Grid Connection Analysis for Renewable Energy in Kinmen continued

The EESS I in Dec. 2020



Fig.1 The 1.8MW/10.8MWh long duration application EESS I

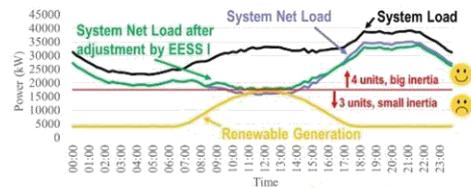


Fig.2 The EESS I's Energy Time-shifting

The EESS II in May 2020



Fig.3 The 2MW/1MWh short duration application EESS II

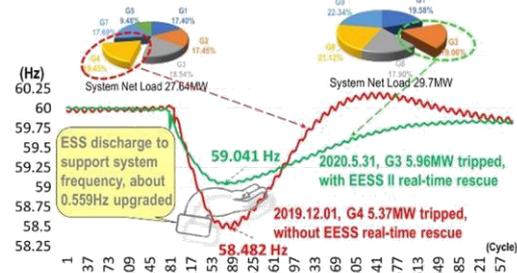


Fig.4 The EESS II's RoCoF Real-time Rescue

The load curves in Aug. & Dec. 2019

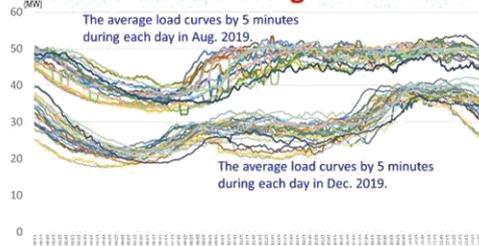


Fig. 5 The average load curves by 5 minutes during each day in Aug. and Dec. 2019

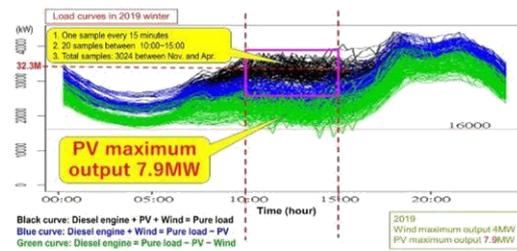


Fig. 6 The winter daily load data from Nov. 2019 to Apr. 2020

The load predictions in 2022~2023

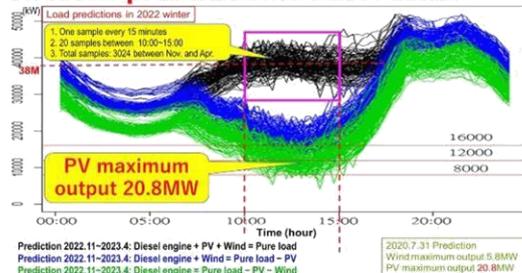


Fig.7 The winter daily load predictions from Nov. 2022 to Apr. 2023

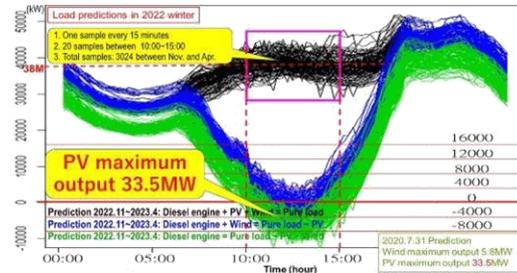


Fig.8 The winter daily load predictions from Nov. 2022 to Apr. 2023

Energy Storage Planning and Grid Connection Analysis for Renewable Energy in Kinmen

continued

Short duration EESS: If one generator tripped, system frequency > 57.3Hz

Table 1 The results of demand analysis for short duration application EESS

The capacity of short duration EESS	Gen. N-0	2 Generators		3 Generators		4 Generators		2 sets in Phase I, II				
		2 sets in Phase I, II	0 set in Phase III	3 sets in Phase I, II	0 set in Phase III	2 sets in Phase I, II	1 set in Phase III	4 sets in Phase I, II	0 set in Phase III	3 sets in Phase I, II	1 sets in Phase III	2 sets in Phase I, II
Output ratio	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%	80%	50%
Output (MW)	33.46	39.41	33.2	40.8	32.4	39.5	32.5	39.2	33.2	39.5	32.5	39.2
2MW/1MWh (Operated)	Scenario 1-1	Scenario 2-1	Scenario 3-1	Scenario 4-1	Scenario 5-1	Scenario 6-1	Scenario 7-1	Scenario 8-1	Scenario 9-1	Scenario 10-1	Scenario 11-1	Scenario 12-1
The lowest frequency (Hz)	53.95	56.46	56.85	58.24	56.88	57.12	57.7	58.88	56.38	57.96	57.2	58.5
2MW/1MWh (Operated) + 2MW/1MWh (Another EESS)	Scenario N-1	Scenario 1-1	Scenario 2-1	Scenario 3-1	Scenario 5-1	Scenario 6-1			Scenario 9-1	Scenario 11-1	Scenario 12-1	
The lowest frequency (Hz)	56.86	59.23	58.02		57.6	58.68			57.32		57.96	

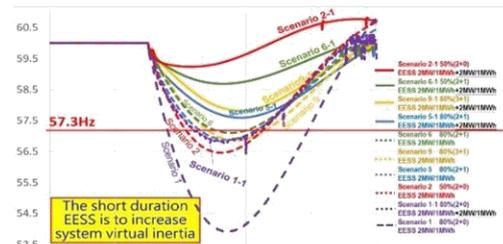


Fig. 9 The frequencies of Scenarios 1-1, 2-1, 5-1, 6-1 and 9-1

Long duration EESS = Diesel generation + Renewable energy - Load



Fig.10 The analysis results of long duration application EESS

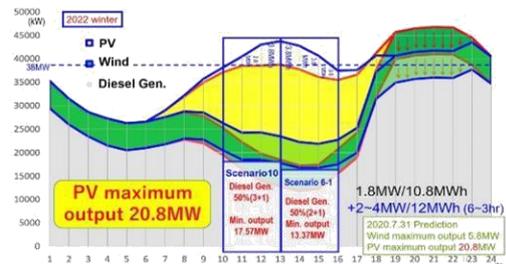


Fig.11 The daily load curve with PV maximum output 20.8M in 2022 winter

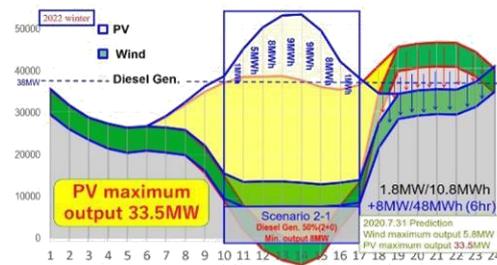


Fig.12 The daily load curve with PV maximum output 33.5M in 2022 winter

Conclusion

- Short duration EESS: 2MW/1MWh+2MW/1MWh (EESS II)
- Long duration EESS: 1.8MW/10.8MWh+8MW/48MWh=9.8MW/58.8MWh(6hr) (EESS I)
- The Maxima Capacity of Renewable Energy

Long duration EESS=Diesel generation+Renewable energy-Load

 - 2 Diesel generators with 50% output = 8MW
 - Load in 2022 Winter (10:00~15:00) =38MW
 - Renewable energy 30MW - Wind 5.8MW = PV 24.2MW
 - PV connecting capacity:
 - 30.3MW (if PV 80% output)
 - 34.6MW (if PV 70% output)
 - 40.3MW (if PV 60% output)

壹拾、 心得與建議

- 一、國際大電力會議 CIGRE SESSION 是總部設在法國的一個常設的非政府和非營利的國際性組織。創於 1921 年，其宗旨與電力系統規劃和運轉有關的問題以及高壓設備和裝置的規劃設計，施工，運轉維修和處理及資產管理，均是國際大電力會議的中心議題。從與電力系統保護有關的問題到遙控以及電信設備也是國際大電力會議有關議題的一部分，節能減碳及環保更是今年開宗明義的重大議題。國際大電力會議已被認為是電力系統中全面涵蓋技術、經濟、環境、組織和管理方面的最重要的世界性組織。
- 二、國際大電力會議各分組會議遵行效率開會原則：各分組會議主要於四大會議廳舉行（Le PALAIS, BORDEAUX, BLEUE, HAVANE），投稿者僅需以簡報方式回答提問者之問題；另外每一場分組會議各有一位主席（Chairman）、秘書（Secretary）與司儀(Reporter) 來掌控進度，而且由投稿者自行操作電腦簡報。由於會員註冊費高達 1,279 歐元，CIGRE 各會場入口安檢人員嚴格執行入口管制，註冊者憑識別名牌及顏色進出各大研討會議室，參展廠商無法進入研討室，充分展現一流會議水準。2022 年巴黎會議有創紀錄的 950 多篇新技術論文。從 8 月 29 日星期一到 9 月 1 日星期四，海報會議則提供專門的空間供作者以海報形式向感興趣的代表展示論文。為此，950 多篇最終論文中的每一篇都將有一個空間和一個時間段。本次何秉衡獲通過的論文以 POST Session 方式發表，議程排在 8 月 30 日周二上午 9:00~12:30，在 Level 1 的 Hall TERNES 廳舉行。何秉衡在 Session 現場向來賓說明論文內容、就來賓問題回答及與來賓問討論相關內容。
- 三、目前部分歐洲國家展示在輸電線路上安裝線上即時監測（On LineMonitor），以監測電流、電壓降、導體溫度、溼度等線路上即時資訊，有助於架空線路的維護，俾使架空線路也可以具智慧。另外，高壓地下交連電力電纜的高阻抗接地故障偵測及故障點的找尋技術及儀器，值得參考，以引進高科技儀器設備提升此領域的技術。
- 四、世界各國極力發展風力發電，隨著容量大增，其運轉對系統衝擊等因素，除做好分析及改善外，相關制度規章亦須有週延的配套，才能確保系統安全。另外變電設備資產翻修及更新，其重點仍在分析、評估及資金等因素，能活化者，在使用者與製造廠相互合作交換資訊情況下，可做部分更新及整修，如儘可能在現場施作不僅節省工時，更能節約費用支出，各國已有明顯作法可供借鏡。
- 五、本公司所提之「強化電網韌性建設計畫」著眼於再生能源佔比增大所衍生出來的系統問題，對諸如系統慣量低下頻率控制問題、故障電流減少的電壓控制問題、再生能源及儲能之換流器衍生的穩定度與諧波及保護電驛設計方式、再生能源故障穿越等，有關電網未來運轉問題及因應再生能源增多的調度規則及併聯技術要點滾動修訂，以及調度及運轉人員訓練和調度員新工具等均於本年會議各小組提及，可作為

本公司未來技術提昇之參考。

- 六、近來輸電設備廠商利用新技術及新材料開發高容量低弛度導線。此輸電發展趨勢，不僅有助於輸電公司藉以利用原既有鐵塔抽換導線提升線路載容量，進而避免新線路之興建及線路路權交涉之困難困境。目前本公司已引進超耐熱型導線提升既有 161kV 線容量，未來可應用此新技術及新材料，評估本公司原既有 345kV 超高壓南北幹線鐵塔抽換合適之超耐熱導線提升線路載容量之可行性。
- 七、變電所資產管理、維護、監控、可靠性與永續議題日益受到設備商及電力公司重視，其應用發展之變電所壽命週期管理系統，有助於未來變電所修護、重生、擴建、升級之掌握。目前本公司正進行評估變電所斷路器、開關設備及變電所等延壽計畫，上述變電所管理系統將可更了解現有設備狀態，並適時進行變電所修護、重生、升級，不僅可降低主設備故障造成事故之機率且可減少新建變電所之固定資產投資。
- 八、兩年舉行一次的 CIGRE SESSION，正是集合全世界電力公司、廠商提出研發之新科技產品，透過會議上論文的發表、以及實務的運用經驗交流，對於問題的改善及系統效率的提昇，實提供與會人員電力系統所面臨相同問題之解決方案。因此，建議本公司在日新月異快速發展的科技進步下，兩年舉行一次之 CIGRE SESSION，應繼續派員參加以獲取全世界在應用新設備而提昇系統效率之運轉經驗，除可增加與會同仁擷取新知識、新觀念外，最重要是使本公司同仁能與世界電力界接軌，並提昇公司為國際上現代化的形像。
- 九、CIGRE 屬於世界首屈一指國際級電力專業會議，全球一流電力專家及業界匯集研討，建議公司仍繼續選派優秀同仁與會。本公司電力系統於世界電力公司排名亦屬前列，庫藏甚多寶貴之規劃、設計、調度、維修經驗，若能將重要者發表於 CIGRE 會議上，除以實質行動參與 CIGRE 會議外，亦提升本公司聲譽，同時亦鼓勵優秀同仁將寶貴經驗投稿於國際會議，並獲出席 CIGRE 會議之機會。
- 十、本公司何秉衡君出席 CIGRE Session 2022 會議，除獲取全世界在應用新設備而提升系統效率之運轉經驗、擷取新知識、新觀念外，使本公司同仁能與世界電力接軌外，何君於會中發表「金門地區儲能規劃及再生能源併網量分析」論文，使全世界瞭解台電公司致力推展再生能源及儲能之努力及成果，並提升台電公司在國際上現代化之形象。