

## 出國報告（出國類別：開會）

# 參加美國電力研究院(EPRI)2023 夏季研討會並順道拜訪相關電力 機構

服務機關：綜合研究所

姓名職稱：鍾年勉 所長

卓金和 企劃研究專員

張志榮 機械研究專員

簡振宇 電機研究專員

陳翊瑋 電機工程專員

派赴國家/地區：美國

出國期間：112年8月5日至112年8月14日

報告日期：112年10月14日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加美國電力研究院(EPRI)2023 年夏季研討會並順道拜訪相關電力機構

頁數 168 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/綜合研究所研發處/張翔琳/ 2360-1183

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

鍾年勉/台灣電力公司/綜合研究所/所長/ 2360-1001

卓金和/台灣電力公司/綜合研究所/企劃研究專員/2360-1267

張志榮/台灣電力公司/綜合研究所/機械研究專員/ 8078-2272

簡振宇/台灣電力公司/綜合研究所/電機研究專員/ 8078-2307

陳翊璋/台灣電力公司/綜合研究所/電機工程專員/ 8078-2253

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會 6 其他

出國期間：112 年 8 月 5-14 日

派赴國家/地區：美國/華盛頓、諾克斯維爾、聖地牙哥、洛杉磯

報告日期：112 年 10 月 14 日

關鍵詞：美國電力研究院(EPRI)、能源轉型、能源適足性和安全性、能源供應  
鏈、微電網

內容摘要：(二百至三百字)

- (一)美國電力研究院(EPRI)為世界知名之電力研究機構，提供各會員電業領域的研究成果。EPRI 每年定期舉辦夏季研討會，邀請特定對象之電力機構最高階主管，藉由參加本屆 EPRI 夏季研討會，可與各國電業高階主管交換相關營運經驗，並探討如何透過互聯的智能技術達成企業快速轉型，以推動本公司相關營運政策。
- (二)為參與研討電力產業面臨之挑戰與因應策略，本公司由本所所長率團參加 EPRI 2023 年 8 月 6~8 日於美國華盛頓舉辦之 2023 夏季研討會，會議主題為「捍衛潔淨能源」。
- (三)因本公司將推動樹林微電網建置，順道參訪 EPRI 之輸配電實驗室、SDG&E 公司、微電網控制器製造廠商 PXiSE 公司。

## 目錄

一、 出國任務與行程 .....	2
二、 EPRI 夏季研討會 .....	4
三、 參訪美國 EPRI 輸配電實驗室 .....	33
四、 參訪美國 SDG&E 公司 .....	39
五、 參訪美國 PXISE 公司 .....	47
六、 參訪美國舊金山 EPRI.....	53
七、 心得建議 .....	69
附錄 A 會議照片 .....	71
附錄 B 夏季研討會 .....	72

## 一、出國任務與行程

- (一)美國電力研究院(Electric Power Research Institute, EPRI)為世界知名之電力研究機構，提供各會員電業領域的研究成果。EPRI 每年定期舉辦夏季研討會，邀請特定對象之電力機構最高階主管，藉由參加本屆 EPRI 夏季研討會，可與各國電業高階主管交換相關營運經驗，並探討如何透過互聯的智能技術達成企業快速轉型，以推動本公司相關營運政策。
- (二)為參與研討電力產業面臨之挑戰與因應策略，本公司由本所所長率團參加 EPRI 2023 年 8 月 6~8 日於美國華盛頓 Grand Hyatt Hotel 舉辦之 2023 夏季研討會，會議主題為「捍衛潔淨能源」(Securing the World's Clean Energy Journey)。
- (三)因本公司將推動樹林微電網建置相關計畫，另於會後順道參訪 EPRI 之輸配電實驗室、SDG&E 公司、微電網控制器製造廠商 PXiSE 公司。
- (四)因應政府淨零政策宣示與路徑推估，本公司今年參加 EPRI 「能源與環境分析模組」與「新興技術分析:驅力及影響」計畫，該計畫主要發展 US REGEN 模型，用於提供美國政府作為能源政策研擬參考，目前模型已擴散至歐盟、墨西哥、南韓與我國。因此，卓金和於 8 月 10-12 日獨自前往舊金山 EPRI，討論 Taiwan REGEN 模型合作發展細節，其交流成果將有助於公司與本所淨零路徑之推行。

表 1-1 出國行程簡述如下

日期	行程內容	
8/5(六)	從台灣前往紐約	
8/6(日)	紐約-華盛頓; EPRI 夏季研討會第 1 天	
8/7(一)	EPRI 夏季研討會第 2 天	
8/8(二)	EPRI 夏季研討會第 3 天	
8/9(三)	前往諾克斯維爾; 參訪 EPRI 輸配電實驗室參訪	
8/10(四)	EPRI 輸配電辦公室參訪; 前往聖地牙哥	EPRI 輸配電辦公室參訪; 前往舊金山
8/11 (五)	參訪聖地牙哥 San Diego Gas & Electric	參訪 EPRI 舊金山辦公室參訪
8/12 (六)	參訪聖地牙哥 San Diego Gas & Electric; 前往洛杉磯	參訪 EPRI 舊金山辦公室參訪
8/13-14 (日、一)	從洛杉磯返回台灣	從舊金山返回台灣

## 二、EPRI 夏季研討會

面對國際減碳趨勢，如何構建符合淨零情境之電力系統，成為國際產官學研關注焦點。EPRI 以電力產業角度出發，舉辦『確保世界潔淨能源之旅』高峰會，邀請國際相關能源領域領袖，著重於確保潔淨資源組合之適足、可靠與韌性以及風險控管，值得參考。本次夏季研討會共分為九個主題，包括捍衛潔淨能源之旅、潔淨能源之旅還在持續、全球能源轉型、電力系統充足性和安全性、提高用戶靈活性、下一個能源安全挑戰，材料供應鏈、全球防務，提高任務準備狀態、電氣化之預測系統性風險和複合風險、區域性集群，擴大規模、分享知識並讓所有人受益以及引領能源轉型等。本報告首先針對不同議題目標以及重點進行說明。



圖 2-1 確保世界潔淨能源之旅會議合照

表 2-1 確保世界潔淨能源之旅會議議程

Day 1	Sunday, August 6
<b>WELCOME RECEPTION</b> <i>Cocktails and Conversation</i> <b>GRAND HYATT, GRAND FOYER, LEVEL 1B</b>	
6:00–8:00 p.m.	<b>Hosted by:</b> Arshad Mansoor, President and CEO, EPRI Maria Pope, President and CEO PGE, Chair of EPRI Board of Directors

Day 2	Monday, August 7
<p style="text-align: center;"><b>WELCOME</b>  <b>THE CLEAN ENERGY JOURNEY CONTINUES</b>  <i>Navigating Evolving Risks and Uncertainties</i>  <b>ALL SESSIONS HELD IN INDEPENDENCE BALLROOM A, LEVEL 5B</b></p> <p>EPRI helps address the significant power-system risks impacting our livelihoods and well-being. Last year’s Summer Seminar focused on climate risk. Since then, major shocks have continued to rapidly shift the policy, economic, and technical environments in which the power sector, its suppliers, and customers operate.</p> <p>This session’s objectives are to gain insights on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drivers of power sector change: supply chain, geopolitical issues, climate, workforce, digitization, economics, environment, and social risks impacting clean energy transitions.</li> <li>• The energy security imperative in the face of non-linear and highly uncertain energy transitions.</li> </ul>	
8:30–9:00 a.m.	Arshad Mansoor, President and CEO, EPRI Maria Pope, President and CEO PGE, Chair of EPRI Board of Directors
<p style="text-align: center;"><b>SESSION 1</b>  <b>ENERGY ON THE CUSP OF A NEW ERA</b></p>	
9:00–9:30 a.m.	
9:30–10:00 a.m.	<b>BREAK</b>
<p style="text-align: center;"><b>SESSION 2</b>  <b>GLOBAL ENERGY TRANSITIONS</b>  <i>Enabling Energy Causeways for Communities: Making Clean Energy Goals a Reality Worldwide</i></p>	
<p>The world is at a carbon-reduction inflection point. Forward-thinking power sector leaders are striking a balance by accelerating near-term steps to achieve 2030 goals while creating new capabilities to affordably, reliably, and equitably reach net-zero by 2050. Reaching the destination successfully will require decisive action — from next-level economy-level planning to enabling policy and regulation, from workforce and supply chain development to global, collaborative innovation. Since the timing and trajectory differ for each region, this session brings together the latest thinking on clean-energy transitions being experienced around the globe.</p> <p>This session’s objectives are to gain insights on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• How energy companies are approaching their clean-energy journey</li> <li>• Lessons learned on securing what is needed (e.g., partnerships, practices, workforce, materials, resources, and assets) to achieve clean energy goals</li> <li>• Potential security roadblocks and mitigation strategies for the energy sector to consider moving forward</li> </ul>	
10:00–10:05 a.m.	
10:05–10:30 a.m.	<b>Advancing Innovation on a Global Scale:</b> Leonhard Birnbaum, CEO, E.ON
10:30–11:00 a.m.	<b>Moderator:</b> Katie Jereza, Corporate VP, Corporate Affairs, EPRI <b>Panel:</b> Leonhard Birnbaum, CEO, E.ON Paddy Hayes, Chief Executive, ESB Jens Madrian, Executive Director for Energy, ENOWA



### SESSION 3

#### POWER SYSTEM ADEQUACY AND SECURITY

Rethinking Planning to Increase the Reliability and Resilience of Integrated Energy Networks While Minimizing Risks to Society

Across the globe, investment and innovation in energy infrastructure are at an all-time high as countries transition to lower-emitting resources. Providing reliable and resilient service at the least cost to customers has been—and will continue to be—a driving foundation of clean energy transition investments. However, these decisions are getting more complex and made at an ever-faster pace. For energy system planning and operations, all stakeholder groups work together to determine the best options for their region to ensure all energy system objectives are met.

This session intends to cultivate valuable, through-provoking discussions on:

- Improving our “forward radar” to anticipate changes, such as the timing, nature, and magnitude of customer technology adoption, sector electrification, clean energy technology integration, and grid impacts
- Upcoming challenges/opportunities to increasing the reliability and resilience of integrated energy networks
- Integrating new tools and grid planning processes to accelerate technology deployment while meeting electricity service and security requirements

11:00–11:10 a.m.	<b>CHAUNCEY CHATS</b> <b>Planning for Energy Transformation:</b> Andrea Staid, Technical Leader, Energy Systems and Climate Analysis, EPRI
------------------	---

	<b>Multiple Disruptor Events:</b> Gil Bindewald, Acting Principal Deputy Assistant Secretary; Deputy Assistant Secretary of Grid Control & Communications, Office of Electricity, US Department of Energy
--	---

11:10 a.m.–12:00 p.m.	<b>Moderator:</b> Daniel Brooks, VP, Integrated Grid, EPRI <b>Panel:</b> Don Moul, Executive VP and COO, TVA Lanny Nickell, Executive VP and COO, SPP Hala Ballouz, President and CEO, Electric Power Engineers
-----------------------	---

12:00–1:15 p.m.	<b>LUNCH</b>
-----------------	--------------

### SESSION 4

#### TOWARD CUSTOMER RESILIENCE

Building a More Resilient and Flexible Grid. Modernizing the Grid to Enable Flexible Operations and Maintain Customer Energy Security.

Realizing economy-wide net-zero emissions goals requires a greater focus on giving people what they need to improve their health, equity, and well-being. A customer’s journey will be transformed by providing ways for them to leverage underutilized resources, choose technologies that meet their new and changing needs, and control their grid interactions. This session’s objectives are to gain insights on:

- New tools to help customers understand and manage energy use while controlling their costs
- Opportunities to improve grid and customer energy security through Virtual Power Plants

1:15–1:20	<b>CHAUNCEY CHATS</b> <b>Securing T&amp;D Assets:</b> Drew McGuire, Director Research and Development, Distribution and Distribution Assets, EPRI
-----------	--

1:20–2:10 p.m.	<b>Moderator:</b> Rob Chapman, Senior VP, Energy Delivery and Customer Solutions <b>Panel:</b> Catherine Stempien, President and CEO, Avangrid Networks Arushi Sharma Frank, US Energy Markets Counsel and Policy Lead, Tesla
----------------	--

2:10–2:30	<b>Resilient and Secure Systems</b>
-----------	-------------------------------------

2:30–3:00 p.m.	<b>BREAK</b>
----------------	--------------



**SESSION 5**  
**THE NEXT ENERGY SECURITY CHALLENGE: MATERIALS SUPPLY CHAIN**

Transitioning to Supply Chains of the Future—Novel Approaches to Secure and Scale-Up Energy System Materials, Assets and Workforce

Since 2010, the average amount of minerals needed for a new unit of power generation capacity has increased by 50% and manufacturing capacity for PV modules has increased by more than 10 times. These trends are just a few examples of what has already stressed supply chains. These stressors and more are expected to continue as massive deployments take place globally due to economic recovery, government stimulus, and aggressive efforts to meet clean energy targets.

During **two** interactive panels, this session’s objectives are to gain insights on:

- Innovations across the critical materials value chain
- Missing links for circularity of critical materials
- Testing and evaluation of alternatives and developing standards
- Environmental, workforce and societal implications

3:00–4:30 p.m.	<p><b>Will the Supply Chain be Able to Support a Secure Energy Transition?</b></p> <p><b>Moderator:</b> David Victor, Professor and Director at UC San Diego School of Global Policy and Strategy</p> <p><b>Panel:</b>  Paul Kearns, Director of the U.S. Department of Energy, Argonne National Laboratory  Martin Hermann, CEO, BrightNight  Robin Bedilion, Team Lead, Principal, Energy Systems and Climate Analysis, EPRI</p> <p><b>Chauncey Chat: Innovating at a Global Scale,</b> Anne-Lise Laurain, Technical Leader, EPRI Europe</p> <p><b>Novel Approaches to Preparing and Securing the Workforce of the Future</b></p> <p><b>Moderator:</b> Neil Wilmshurst, Senior VP, Energy System Resources and Chief Nuclear Officer, EPRI</p> <p><b>Panel:</b>  Kristie Kelley, Workforce Development Director, Center for Energy Workforce Development  Christopher Harris, International Representative, Utility Department, IBEW  Michael Rencheck, President and CEO, Bruce Power</p>
<b>Day 2 Closing</b> 4:30–4:45 p.m.	<p>Arshad Mansoor, President and CEO, EPRI  Casey Herman, Sustainability Partner, Chair of EPRI Advisory Council</p>
6:00–8:00 p.m.	<p><b>Reception at Planet Word:</b> 925 13<sup>th</sup> St. NW</p> <p><b>Sponsor:</b> Exelon  Tyler Anthony, President and CEO Pepco Holdings</p>
<b>Day 3</b>	<b>Tuesday, August 8</b>
<b>Welcome Back</b> 9:00–9:15 a.m.	<p><b>Recap and Look Ahead</b></p> <p>Maria Pope, President and CEO, PGE, Chair of EPRI Board of Directors  Vincent Sorgi, President &amp; CEO PPL, First Vice Chair of EPRI Board of Directors</p>

**SESSION 6**  
**GLOBAL DEFENSE: INCREASING MISSION READINESS**  
Advancing Viable Alternative Energy Sources in an Ecosystem of Effectiveness

To be able to train, fight, and win in an increasingly complex environment, the U.S. Department of Navy (Navy) is committed to solutions that are mission-essential and provide climate benefits. Navy climate investments seek to improve installation energy and physical resilience, increase operational energy efficiency and resiliency, develop new capabilities to keep the U.S. military on the cutting edge, and reduce future operating costs.

This session’s objectives are to gain insights into the U.S. Department of Navy energy strategies:

- What lessons can be learned from mobilizing troops in remote locations with limited energy resources?
- How will the military deploy advanced technologies to meet both decarbonization and mission goals?

9:15–9:45 a.m.	<p><b>Keynote:</b> Meredith Berger, Assistant Secretary of the U.S. Navy for Energy, Installations, and Environment/Chief Sustainability Officer</p> <p><b>Fireside Chat:</b> Dennis McGinn, Former Assistant Secretary and Retired Vice Admiral U.S. Navy</p>
----------------	--

<p><b>SESSION 7</b></p> <p><b>ELECTRIFICATION: ANTICIPATING SYSTEMIC AND COMPOUNDING RISKS</b></p> <p>Living on the Grid-Edge in an Electricity-Dependent Economy: Addressing the Security Impacts of EVs, DERs, Consumer Demand, Resilience, Equity, Environment, Workforce, and More.</p> <p>With more distributed energy resources being deployed and rapid increases in electrification, security measures are paramount in protecting assets and people. This session will explore a variety of considerations, from electric vehicle infrastructure to consumer interfaces, connections, and behaviors to support future operations.</p> <p>The objectives of this session are to gain insights on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Addressing resilience and reliability with large electric vehicle integration</li> <li>• Understanding and managing customer behavior with increasing customer electrification</li> <li>• Going a step further with a shared energy economy</li> </ul>	
---	--

9:45–9:55 a.m.	<p><b>CHAUNCEY CHATS</b></p> <p><b>Resilient Home Heating:</b> Ron Domitrovic, Sr. Program/Area Manager, Electrification and Customer Solutions, EPRI</p> <p><b>Delivering 1M Electric Vehicles in 2025:</b> Michael Maten, Director, EV Policy and Regulatory Affairs, GM</p>
----------------	--

10:00–10:45 a.m.	<p><b>Moderator:</b> David Porter, VP, Electrification and Sustainable Energy Strategy, EPRI</p> <p><b>Panel:</b> Bentina Chisholm Terry, Senior VP, Customer Strategies and Solutions, Georgia Power Vicki Kuo, Senior VP, Customer Energy Solutions, Con Edison</p>
------------------	---

10:45–11:00 a.m.	<b>Break</b>
------------------	--------------

<p><b>SESSION 8</b></p> <p><b>REGIONAL CLUSTERS: DRIVING SCALE, SHARING KNOWLEDGE, AND REAPING BENEFITS FOR ALL</b></p> <p>Transitioning Regional Clusters Towards Net-Zero: Sharing Risk, Infrastructure, and Resources to Tackle Decarbonization—Along with Economic Development, Workforce Transformation, and Environmental Justice</p> <p>Regional clusters present various pathways to realizing the full potential of decarbonization. Participants will engage with leaders of groundbreaking efforts to accelerate the transition to net-zero.</p> <p>This session’s objectives are to gain insights on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creating and designing a multistakeholder movement across business and government within a region</li> <li>• Fostering a secure environment for investors, employees, and communities to trust in the transition</li> <li>• Optimizing efforts for greater environmental, social, and economic impacts</li> </ul>	
--	--

11:00–11:45 a.m.	<p><b>Moderator:</b> Neva Espinoza, VP, Energy Supply and Low-Carbon Resources, EPRI</p> <p><b>Panel:</b> Matt Erskine, Chief Strategy Officer, Connected DMV Thomas Kent, President and CEO, Nebraska Public Power District</p>
------------------	--

<p><b>SESSION 9</b></p> <p><b>LEADING THROUGH ENERGY TRANSITIONS</b></p> <p><i>Driving Momentum Together</i></p>	
--	--

11:45 a.m.–12:00 p.m.	<p>Arshad Mansoor, President and CEO, EPRI</p> <p>Maria Pope, President and CEO, PGE, Chair of EPRI Board of Directors</p>
-----------------------	--

## (一)捍衛潔淨能源之旅

本次開場會議由 EPRI 專家進行開場，包括 EPRI 總裁與 CEO，也是 EPRI 董事會的主席 Maria Pope 以及 Arshad Mansoor.

### 1. 議題重要性

當今各產業的能源領導者正在制定在全球範圍內建立清潔能源網絡所需的戰略。根據產業和地理位置的不同，這些網絡和旅程從開始到結束都會有所不同。影響產業和公共領導人決策的安全風險和趨勢有哪些？這些因素如何改變進程？領導者需要什麼來跨越技術鴻溝，如何解決一路上出現的干擾？EPRI 2023 年夏季研討會聚集了能源產業近 200 名高階主管、思想領袖和創新者，但影響力將遠超過華盛頓特區為期兩天的活動。本次活動的主題是「保障世界清潔能源之旅的安全」，就安全相關主題進行了多層次的關鍵討論，將 EPRI 與能源轉型前沿的關鍵領導者聯繫起來。

### 2. 會議重點摘要：

- A. 氣候變遷帶來的各種極端氣候威脅，乾旱、致災性降雨（洪水）、野火、異常高溫、極凍等事件層出不窮，顯見淨零轉型勢在必行。
- B. 世界的能源趨勢正從富含燃料的能源系統轉向富含礦物的能源系統，過去的重點是石油、近年的重點是天然氣、未來的重點是礦物。
- C. 未來五年，能源需求大幅提升，脫碳轉型速度加速。能源安全、網路安全、AI 人工智慧、資料中心、電網的安全、可靠性、韌性、可負擔等主軸議題、輸配基礎建設投資、氫能、SMR 各種新興技術發展、法規配套等措施。
- D. EPRI 公布 EV2Scale2030 計畫，目的是為了緩解電力轉型為電網帶來的負載壓力。由 EPRI 主導，與包含亞馬遜、美國能源部及電力公司等 500 多個利害關係人合作，加速電動車充電基礎建設發展的三年計畫。以微電網打造韌性資源為例，針對低收入者的氣候因應計畫，配合斷電所需，改變電網，整合輸配與無所不在的通信，將能源效率與可調度的靈活負載、智慧熱泵、智慧水網、



電動車、EV2Scale 結合起來，成為韌性資源。



圖 2-2 Maria Pope, EPRI President and CEO



圖 2-3 Arshas Mansoor, EPRI CEO

## (二)潔淨能源之旅還在持續

本次會議仍由 EPRI 董事會的主席 Maria Pope 主持，也邀請白宮國家氣候顧問 Ali Zaidi，美國國家海洋與大氣管理局 Sarah Kapnick，美國少將退役同時也是克拉克建築集團總裁 John Korka 參與討論。

### 1. 議題重要性

當我們考慮能源安全時，經濟可負擔性必須納入考慮。現在是關鍵的時刻，我們必須確保所有人皆能跟上，協助每個人部署創新解決方案並取得成功。我們需要能源來應對極端高溫，能源工業對國家發展至關重要，也能協助其他產業應對氣候變遷。我們正從一個以燃料為能源的電力系統轉向以礦物為主，必須確認關鍵的突破點並為他們建立韌性。能源是一個快速變化的產業，能源如何被生產和消費是不同的，它非常動態調整，我們需要確保我們理解這快速發展的環境和計劃。EPRI 能協助解決重大電力系統風險，去年的夏季研討會重點關注氣候風險。從那時起，主要衝擊持續迅速改變政策、經濟和技術與電力部門，與其供應商和客戶的營運環境。

### 2. 會議重點摘要

- A. 美國對各部門的企業、社區參與能源轉型的各種技術包括：氫能、CCS（減免先例）、SMR 等投資祭出各種稅收（45B/Q/X）抵免獎勵措施，並呼籲法規方面也應參與提出整合配套。
- B. 美國舊燃煤電廠轉型。新墨西哥州的舊燃煤電廠轉型做氫氣補充燃料、懷俄明州的舊燃煤電廠轉型成為先進反應堆場址、印第安納州跟明尼蘇達州的燃煤電廠轉型做儲能電池、西維吉尼亞州的鋼鐵小鎮轉型製造電池。
- C. 今年「聖嬰現象」的氣候事件較過去嚴峻，恐延續至明年六月，由於海水溫度變高，極端氣候會附帶龍捲風、強烈風暴、強降雨等升級事件，颶（颱風）風來得又快又密集。應該將這些改變重新納入監測，平均發生次數的預期，適時做出示警。
- D. 「氣候歸因科學」（Climate Attribution Science）發展。未來幾十

年，只要二氧化碳持續排入大氣層，這類極端事件就會越來越嚴重，這是可預期的。因為可預期，所以更應該提早制定計畫，新興保險部門是其中可以開始規劃的產業，預測致災性極端氣候事件發生、如何調整承保範圍等。

- E. 目前大量資金投入基礎建設（包括電網、現代化設施與相關控制系統），基礎建設應該兼顧網路安全，電網系統效率提高，漏洞就越多，網路攻擊無法防禦，但應了解如何因應，比如多數時候不要回應，只要觀察避免暴露反而遭受更進一步攻擊。





圖 2-4 White house assistant to the president and national climate advisor Ali Zaidi



圖 2-5 Sarah Kapnick, NOAA Chief Scientist and Korka, Clark Construction Group

### (三)全球能源轉型

本次會議由 EPRI 合作事務副總裁 Katie Jereza 主持，也邀請意昂集團執行長 Leonhard Birnbaum，ESB 電力公司執行長 Paddy Hayes，ENOWA 能源執行董事 Jens Madrian 參與討論。

#### 1. 議題重要性

世界正處於減碳轉折點。具有前瞻性思維的電力產業領導者，正在透過加快實現 2030 年目標，以創造新的能力於 2050 年之前在經濟、可靠和公平地的前題，實現淨零排放。成功到達目的需要採取果斷行動，從經濟規劃到有利的政策和監管，從勞動力和供應鏈發展到全球合作創新。由於每個地區的時間和軌跡不同，本次會議匯集了全球正在經歷的清潔能源轉型的最新想法。

#### 2. 會議重點摘要

- A. 電網需全盤數位化，並以 AI 作為實際管理系統的唯一方法。不全面人工智慧數位化，將無法控制這些系統。數位架構能獲得大量資料，AI 系統可以在任何時間地點即時調度數百萬個負載。
- B. 沙烏地阿拉伯打造「新未來城」(Neom)，2030 年底預計太陽能與風能發電量達 20MW，目標是優化系統，將每度電平均發電成本 (LCOE) 降到最低。
- C. 為社會共同提出解決方案，能源轉型需要領頭羊 (意指 EPRI)。公共事業的角色很特殊，但是在歐美公共事業動輒數千家，政府與法規機構不可能跟那麼多公共事業分別討論，然後得到幾千種答案，答案只要一個。
- D. 解決中低收入戶負擔能力的問題。初級能源必須降價，才有可能負擔得起高電價。轉型過程中，基礎建設若遇瓶頸，成本會上升，變得極其昂貴。因此，發展前瞻技術應避免瓶頸，確保資本支出折舊期夠長。
- E. 基礎建設三大關鍵問題：(1)資金、(2)交付、(3)許可。有能力取得現金流才可能加大投資。獲得許可是一大瓶頸，因為舊的法規觀念應用在新建基礎設施上，相關主管機關核准預計會需要耗費大



量時間。法規的思維必須大幅調整，因為能源轉型不再是隨時間緩慢發展的穩定系統，而是要在短時間內產生巨大變化的系統，法規必須應運而生。

- F. 勞動力變化。能源轉型不只需要金錢投資，更需要人才的創新想法。過去能源產業招募 60 名新血，今年招募 100 名，且很大一部分由男性變成女性。

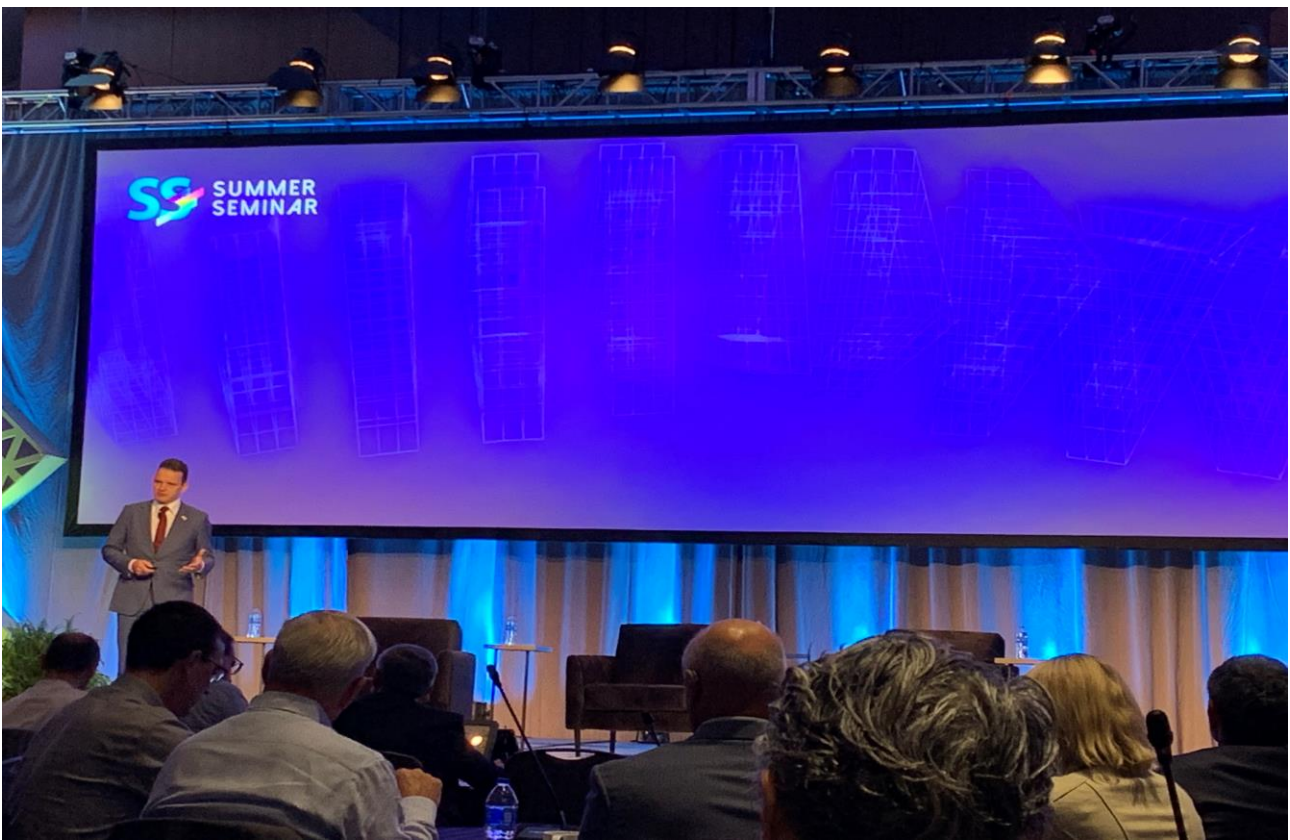


圖 2-6 Leonhard Birnbaum, CEO, E.ON SE



圖 2-7 Jens Madrian, Executive Director for Energy, ENOWA

#### (四) 電力系統適足性和安全性

本次會議由 EPRI 電網整合與能源系統副總裁:Daniel Brooks 主持，也邀請田納西流域管理局 Bob Dalrymple，SPP 電力公司執行副總裁 Lanny Nickell，Electric Power Engineers 總裁與執行長 Hala Ballouz 參與討論。

##### 1. 議題重要性

放眼全球，隨著各國宣誓走向低排放資源轉型，能源基礎設施的投資和創新處於歷史最高水準。以最低的成本向客戶提供可靠、彈性的服務將繼續成為清潔能源轉型投資的驅動基礎。然而，這些決策正變得越來越複雜，而且做出的速度也越來越快。在能源系統規劃和營運方面，所有利害關係人團體必須共同努力，確定適合其地區的最佳選擇，同時確保滿足所有能源系統目標。

##### 2. 會議重點摘要

A. 電力系統的現有狀況與目標均不斷變化，隨著極端氣候逐漸增多，必須盡速行動，幸運的是目標相當明確。

- B. 隨著電動車與分散式電源快速成長，電網變得更加動態，除傳統實體科學外，尚需要系統科學、社會科學與風險科學的協助。
- C. 電力是脫碳願景的重要基礎，不論是美國或歐盟，電力占能源使用的比例將快速提高。隨著各部門越來越仰賴電力，如何提高電網的可靠度與韌性也越來越重要，需要更新的評估工具、技術與科技，以整合電網。
- D. 過去數年大量火力機組除役，導致備轉容量率下降；狀況好時風力發電可占系統絕大部分的出力，無風時卻又需要大量其他電源支援，故必須改善資源適足性與電網韌性。
- E. 現行電力市場並不能吸引資金投資於電網韌性，應當重新設計電力市場。
- F. 未來可能需要更多的儲能設備及 SMR 等設施，但新技術是否能成功，新設施是否能即時上線都還在未定之天，故目前還是需要傳統火力電廠做為可再生能源的後備。
- G. 為了更進一步掌握電網供需，進一步的數位化是需要的，但實際部署這些設備與使其上線是艱鉅的任務。
- H. 電網的可靠性和韌性是能夠在最經濟、最高效的時間內實現脫碳的絕對基礎和先決條件，需要大家共同努力。
- I. 在面對未來氣候變遷，能源轉型勢在必行。能源轉型過程中須克服的其中一項難題是電力系統的適足性與安全，這是需要跨學科領域（如：物理科學、社會科學及風險科學）的知識和系統科學化的方法來共同解決，這也對我們的經濟、福祉、民生和消費息息相關。如何優化電力技術預測雷達以因應未來用電變化（如：用電戶對前瞻技術使用的時間、性質和程度、部門電氣化、乾淨能源技術整合和對電網影響），是電力公司面臨能源轉型的重大挑戰，其問題大略歸納為：能源的適足性、技術時程規劃、服務成本考量及政策配套措施，四大面向分別簡述如下。

能源適足性：

- (a) 在未來極端氣候加劇，電網所需承受前所未有的壓力，需要提升



能源網絡的可靠性和韌性，以因應將來可能需要面臨的挑戰或機會。(如：電力調度、負載預測、需量反應等)

- (b)技術時程規劃：對於新工具和電網規劃流程的整合，有助於加速提前部署前瞻技術以符合減碳策略目標，在避免極端氣候加劇情況持續惡化的同時亦可滿足用電戶對電力服務的穩定和安全等需求。(如：小型核能反應爐、儲能設備提升等)
- (c)服務成本考量：在減碳策略目標下，進行電網規劃流程的整合，除需維持可靠性和韌性之外，另需考量到經濟性與可行性，是否能被用電戶所接受等社會需求面問題皆需要納入考量。(如：改換AMI 智慧型電表等數位化服務、參與電力公司用電服務專案等)
- (d)政策配套措施：國家政策應適時視未來電力規劃之需，進行必要性的修正或調整，共同齊心協力為減碳策略目標努力，並提供穩定的電力給社會大眾使用(如：火力電廠與核能電廠的延役、再生能源與分散式能源的配套政策等)。

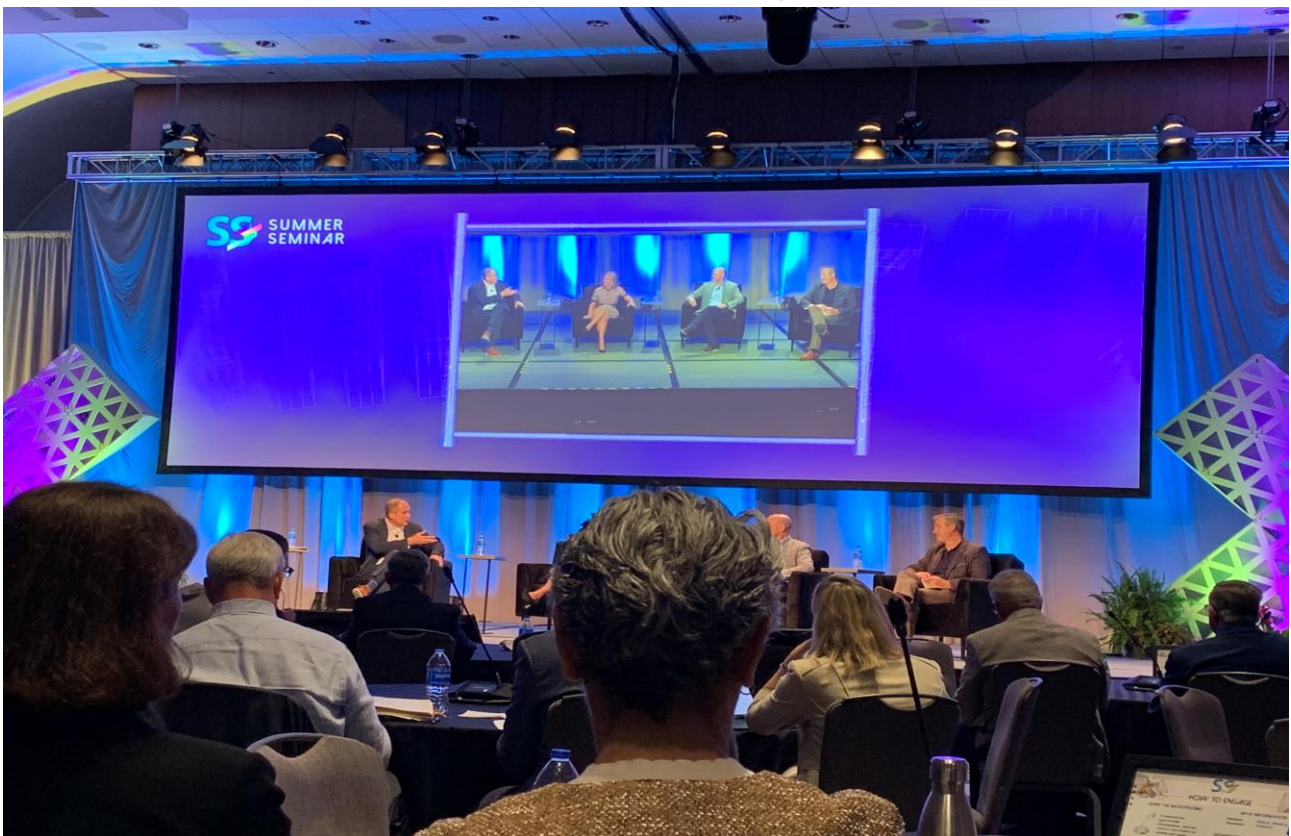


圖 2-8 Daniel Brooks, VP, Integrated Grid and Energy Systems, EPRI





圖 2-9 Lanny Nickell, Executive VP and COO, SPP

### (五)提高用戶靈活性

本次會議由 EPRI 資深副總裁裁 Lawrence Jones 主持，也邀請 Avangrid Networks 總裁與執行長 Catherine Stempien，特斯拉能源市場與政策執行 Arushi Sharma Frank，SVP Customer Operations 總裁 Olufunmilayo (Funmi) Williamson 參與討論。

#### 1. 議題重要性

我們如何以經濟可行的方式引入對減碳有益之電氣化，同時實現我們的績效目標？我們的模式應該有一種方法來補償參與危機的客戶。實現國家淨零排放目標，需要更加重視為人們，提供他們需要改進的東西，包括他們的健康、公平和福祉。客戶的旅程將透過為他們提供利用方式來實現轉型。

#### 2. 會議重點摘要

A. 確保輸配電設備資產安全。新監控技術可隨時了解整體資產運作情況並減少停機，無人機在暴風雨後能提供更快的損害評估，韌性設計能減少暴風雨過後所需工作，較以前有更多韌性工具可運

用。

- B. 韌性客戶的意義。特斯拉在德州推出的電動車相關產品，能幫助客戶在晚上 10 點至早上 6 點之間進行控制充電，整月費用不超過 25 美元，特斯拉打造出最佳電網感知充電程式，獎勵用戶改變行為，成為真正低風險、低升載的資源。
- C. Advangrid Networks 為用戶提供客製化的用電方式，同時補償想參與能源效率計劃的低收入人群，亦即穿上毛衣省點電，同時利用市場賺錢。
- D. 網路安全，網路安全應融入到存在已久的電網之中，並設計新架構、新路徑、新基礎建設。因此要跟標準協會合作，從安全、可靠的角度設計未來基礎設施，同時整合網路安全。再者，必須在工業控制軟體（Operational Technology, OT）社群中建立漏洞揭露文化。另外，應開始量化網路風險取得數據，並與其他風險進行比較，以便做出更好的投資決策。



圖 2-10 Lawrence Jones, Senior VP, International Programs, EPRI



圖 2-11 Funmi Williamson, Chief customer officer, PECO

#### (六) 下一個能源安全挑戰：材料供應鏈

會議由 UC San Diego School of Global Policy and Strategy 教授 David Victor 主持，也邀請 Department of Energy 執行長 Paul Kearns，BrightNight 執行長 Martin Hermann 以及 EPRI 的 Robin Bedilion 參與討論。

##### 1. 議題重要性

自 2010 年以來，每單位新增發電量平均所需礦物量增加了 50%，光電容量製造能力增加 10 倍以上。能源轉型也將從根本上改變技術和人們的工作方式。沒有人才，技術就無法以所需的規模部署。除了材料之外，我們還需要發展一條供應鏈，讓擁有新技能、以新方式學習的人員數量顯著增加。

##### 2. 會議重點摘要

A. 能源勞動力發展中心(Center for Energy Workforce Development, CWD)提出四大核心。第一個核心是職業知覺，人們需要知道 CWD 的存在。其致力於職業和技術教育，並且引導有興趣的學生選填志願。第二個核心是多元共融 (Diversity and Inclusion)，建



立新的合作夥伴關係、新計劃，以確保少數人選擇能源行業的權利。第三個核心，即教育，開設關於發電、輸電、配電，還有可再生能源等相關課程，並與公司合作建立學徒前培訓和合作夥伴關係。公平保障所有人的受教權。第四個核心是資料。蒐集資料可以提供退休與未來的勞動力替換比例等資料，並且可以依據國家、地區進行細分，有助於規劃未來的能源勞動力和促使公司進步。

- B. 多元性別共識及提早針對小孩開設初級專業課程有助於培養能源人才，將通過「學徒計劃」的其中部分受訓者納入公司，有助於他們能更快上手公司業務，並且也能促進社區參與，及幫助少數民族。
- C. 透過人工智慧將會減少成本及時間，並且機器人技術有同樣有助於自動化，他們負責的工作不僅包括規劃、準備和建設，也涵蓋維護、診斷和監控等工作。並且當工廠有緊急情況時，可要求其實地盤查，以加快解決進度。



圖 2-12 David Victor, Professor and Director at UC San Diego School



圖 2-13 Neil Wilmschurst, Sr. VP, Energy System Resources, EPRI

### (七)全球防務：提高任務準備狀態

本次會議由前助理國務卿和退役美國海軍中將 Denny McGinn 主持，也邀請美國海軍負責能源與設施執行秘書 Meredith Berger 參與討論。

#### 1. 議題重要性

為了在日益複雜的環境中訓練、戰鬥並取得勝利，美國海軍致力於提供解決方案，完成使命並增加氣候效益。海軍氣候投資計畫旨在改善能源建置和物理韌性，提升可適化能源效率和彈性，開發新的技能使美國軍隊保持領先地位以及降低未來的營運成本。

#### 2. 會議重點摘要

- A. 美國預計 2050 年實現淨零目標是巨大的挑戰，電力需求預計將成長 3-4 倍，同時要淘汰 20% 的燃煤發電，後續的發電配比要如何變化是很嚴峻的挑戰，另外資源的靈活性、民眾負擔得起、資源適足性等相關議題皆是能源轉型的重要關鍵。
- B. 加州這幾年的高溫面臨著限電的危機，米拉瑪爾海軍陸戰隊航空站及聖地牙哥重要船隻，與公用事業單位合作努力確保社區供電



穩定，我們將船舶電源併聯至電網，將儲能反向傳輸給社區，讓社區沒有感覺到電網韌性及備援的存在，這是一個很好的分散式能源的例子。

- C. 海軍正在研發混合動力發電機、更省油的技術（包括合成燃料、生質能），研究動力出力曲線圖，燃料效率使用最佳化，以獲得最有效的航行方式。另外，在軍事基地可部署 SMR 成為很酷的微電網，再結合其他的分散式能源可成為虛擬電廠，就具有一個韌性的防禦基地。
- D. 軍事設施是具有很強的韌性，可作為人道主義和災難救助恢復的中轉基地，在密西西比州的海軍航空站即是作為集結基地之一。更具體的說海軍陸戰隊是全球救援的第一個反應者，在日本兩次的颱風襲擊，他們第一時間行動，並還有能力研擬行動方案作出回應。因此，基礎設施的完整性對韌性至關重要，包括能源、供水、通訊、糧食等皆影響救災、恢復的能力。

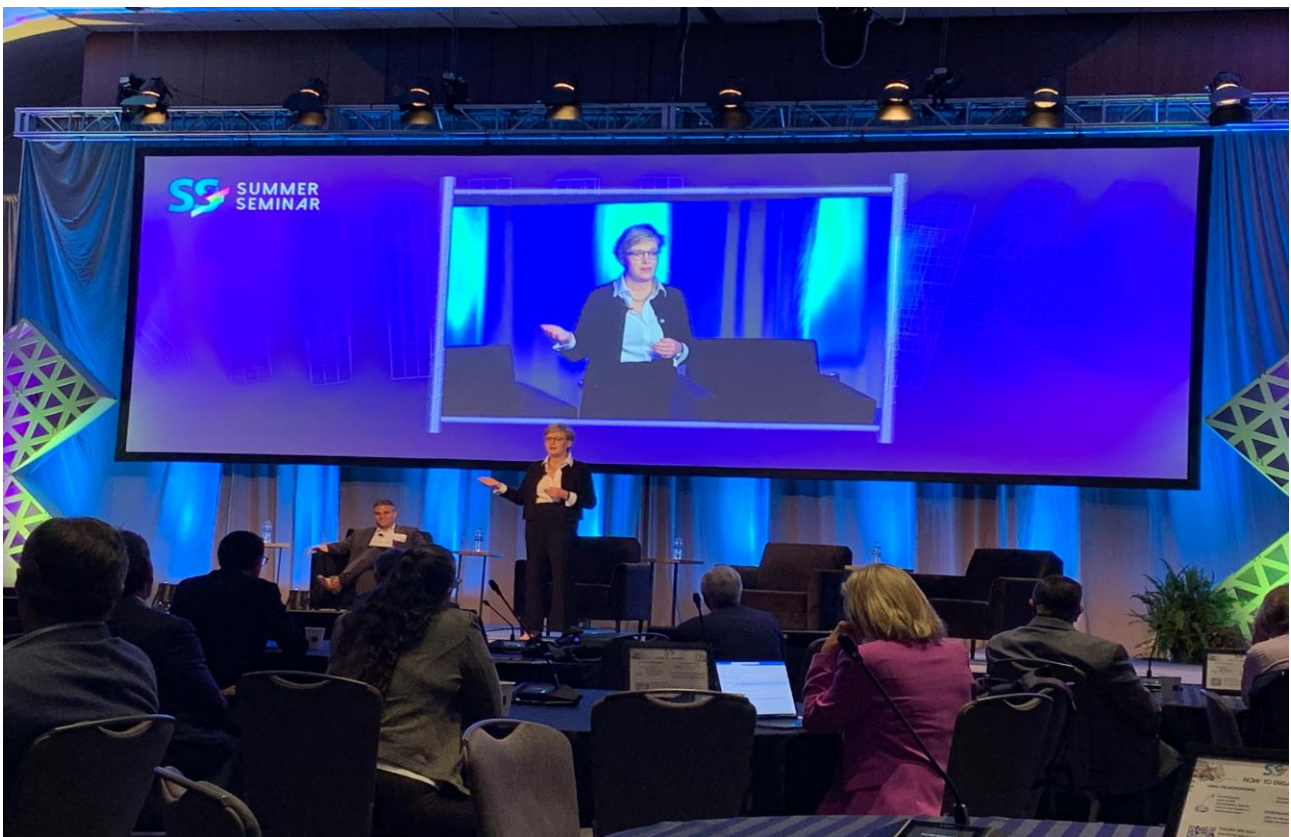


圖 2-14 Maria Pope, EPRI President and CEO





圖 2-15 Meredith Berger, Assistant Secretary of the U.S. Navy for Energy

#### (八) 電氣化：預測系統性風險和複合風險

本次會議由 EPRI 電氣化與永續能源策略副總裁 David Porter 主持，也邀請 Amazon Last Mile 的 Adam Raphael，SVP 用戶策略的 Bentina Chisholm Terry 以及 SVP 的 Vicki Kuo 參與討論。

##### 1. 議題重要性

隨著越來越多的分散式能源建置與電氣化、安全措施的快速布建對於資產維護和人員至關重要。本場會議將探索各種考慮因素，從電動車基礎設施到消費者互動，維持未來的電網運轉下的聯繫和行為。

##### 2. 重點摘要

A. 去年聖誕節前夕，一股寒流來襲東部地區溫度急速下降導致供暖設備用電需求快速上升，對電網形成巨大壓力，由於電熱組器和熱泵的急遽增加用電超過電網的負擔，造成各地區輪流停電。因此，脫碳所需的電氣化技術開發(下一代的熱泵和雙燃料的配置)就非常重要。

- B. 田納西州改善中低收入戶住宅的整體能源系統，完成一套設備安裝、升級和監控，在整個天氣過程中保持舒適溫度，並沒有使用加熱設施情況下做到這一點，可在冬季用電高峰需求時減少 10kW/戶。隨著此類技術的擴展，未來可以在極端氣候下產生巨大的影響。
- C. 在電動車取代燃油汽車的發展下，通用汽車正設想一個零事故、零排放和零壅塞的世界，並轉型成一家電動、自駕和軟體服務的汽車公司，開發 Ultium 平台，以擴展全球電動車整體的產品線。這需具有足夠里程、快速充電功能，研究團隊持續開發電池組和零組件（鋰、鎳、石墨），謹慎地擴大生產規模，以滿足市場不斷的成長需求，到 2026 年通用汽車四個電池工廠可生產 160GWh 的電池。
- D. 通用汽車與 Tesla 合作從 2025 年開始將北美充電標準介面設計整合到電動車，使客戶可使用 12,000 個超充站。明年夏天通用汽車與其它六家汽車製造商承諾在城市和高速公路上安裝至少 30,000 個高功率充電站。我們正參與一場電動車的轉型，為後代子孫創造更安全、更美好的世界（零事故、零排放、零壅塞）。
- E. 南方電力公司有兩個智慧社區，一個在阿拉巴馬州、一個在喬治亞州，採用的方法不同。在喬治亞州像是一個 DER 的微型住宅，屋頂有太陽能，住家有電池及高效能電器；在阿拉巴馬州是一個社區微電網方式，社區有太陽能、燃氣發電來支持。這使得用戶獲得更好的可靠度用電體驗，用戶更願意支付更高的溢價來居住這類的住宅。
- F. 亞馬遜已在 800 個城市擁有 5,000 多輛汽車，甚至完成了 10,000 個充電樁，但發現在電氣化的過程中更重要的是三大資訊，財務數據、能源數據和碳基準。為降低配送的碳排放在送貨的最後一英里路上，需考量中、大型貨車配送的排程，及零部件的碳含量。未來車隊將到達 100,000 輛和布建 100,000 座充電樁，法規及軟硬體需求會發生重大變化，需與合作夥伴一起完成計畫並共享資源，

讓整個電網獲得韌性和可靠性。

- G. 電池的老化及經濟性是要考量的議題，必須滿足公用事業及用戶的需求，當充電基礎建設完成，需有一套充電的商業模式，提供獎勵以平滑充電曲線或成為分散式資源，透過充電管理使它們成為有價值的電網資源，同時也可滿足亞馬遜配送的主要目標，這也是公用事業的需求，也是一種調度方式。



圖 2-16 Ron Domitrovic, Sr. Program/Area Manager, Electrification





圖 2-17 David Porter, VP, Electrification and Sustainable Energy Strategy

### (九)區域性集群：擴大規模、分享知識並讓所有人受益

本次會議由 EPRI 能源供應與低碳資源計畫副總裁 Neva Espinoza 主持，也邀請 Connected DMV 的總裁 Matt Erskine，Nebraska Public Power District 的總裁與執行長 Tom Kent 以及 Southern Company 的資深副總裁 Mark Berry 參與討論。

#### 1. 議題重要性

我們需要良好的數據和數據科學來指導發展。人工智慧對於實現電氣化扮演非常重要的角色。令人高興的是，未來目標在於替客戶提供解決方案，而不僅僅是滿足他們的需求，我們如何確保住宅客戶繼續獲得所需的服務，同時滿足樞紐的需求？這個議題的重點在於，在一定範圍內創造和設計跨企業和政府的多方利害關係人互動，為投資者、員工和社區創造一個信任的安全環境，優化工作以產生更大的環境、社會和經濟影響

#### 2. 會議重點摘要

- A. 利用既有產業群聚或產業樞紐，推動氫能源經濟，美國預計將投入 80 億美元資金投入儲氫場相關專案。包括喬治亞州及中大西洋區均致力於推動氫經濟。中大西洋區推動氫經濟的附加效果為將資金導入弱勢地區，使弱勢團體受益。首先進行試驗的部門是運輸業。若於美國內陸再生能源豐富的地區電解水製氫供應沿海地區，形同將水資源向沿海地區轉移，必須充分考慮到此舉對農業地區的影響。喬治亞州氫能試驗以運輸業為主，阿拉巴馬州則正與當地化工與鋼鐵產業洽談中。推動氫能過程中必須盡速與在地社區人士進行溝通與合作。氫能將是一個典範轉移，但能受到政府資金補助的儲氫場有限，故必須設計能吸引民間資金與融資的機制。
- B. 內布拉斯加州奧馬哈公共電力區 2022 年用電成長較過去十年大幅提高，區內資料中心數目與規模均有所增加。
- C. 隨著資料中心用電需求增加，奧馬哈公共電力區正致力於維持既有服務外滿足包含綠能的新增需求，並將資料中心業者所擁有的電源納入規劃。





圖 2-18 Neva Espinoza, VP, Energy Supply and Low-Carbon Resources

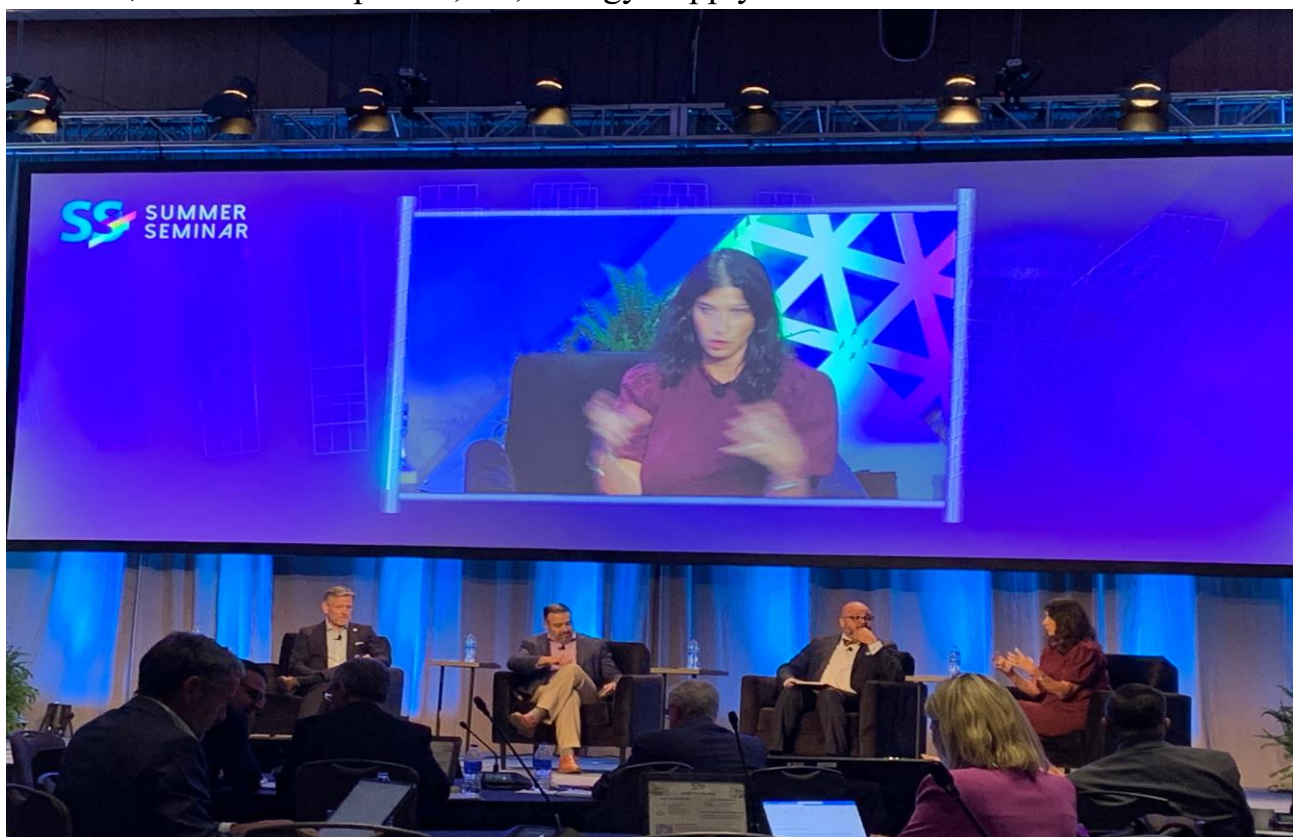


圖 2-19 Matt Erskine, Chief Strategy Officer, Connected DMV



## (十)結語-引領能源轉型

本次閉門會議由 EPRI 總裁與執行長 Arshad Mansoor 主持，邀請 Connected Department of Energy 的副祕書長 David M. Turk 來分享政府觀點。

重點摘要：

- A. 因氣候變遷情況日漸嚴峻，能源脫碳轉型勢在必行，在此過程中電力業將較其他行業承擔更多責任。
- B. 能源部除投入本身的資金以外，正與財政部、農業部及核能管制委員會合作，推出相關政策。
- C. 不論是碳捕捉、小型模組化核反應爐、風力或地熱，所有可用的技術均具有很大的機會。
- D. 離岸風電目前遇到一些挑戰，必須強化相關的電網設施。
- E. 願景是到 2030 年將美國的排放量減少 50%到 52%。
- F. 目前正推動電氣化，如熱泵取代天然氣取暖、電動車及省電照明等。
- G. 考慮到取消既有補助在政治上相當困難，新能源政策的受益者亦相當多，即使下一次選舉發生政黨輪替，發生重大政策轉向的機會並不高。
- H. 相關措施與行動都是有勝過無，快勝過慢，必須盡速行動。
- I. EPRI 主席呼籲與會人士返回工作與居住地後遊說在地國會議員，推動相關法案。



圖 2-30 David M. Turk, Deputy Secretary, U.S. Department of Energy

### 三、參訪美國 EPRI 輸配電實驗室

EPRI 輸配電實驗室位於田納西州的 Knoxville 院區，主要進行輸電規劃與設計、配電規劃與設計、分散式能源整合、OT 網路安全及資通訊技術等研究，本次參訪 EPRI 輸配電實驗室，主要是與 P174 分散式能源整合(Integration of Distributed Energy Resources)之研究團隊進行交流，該計畫過去由本公司配電處、電力室與負載室參與較多，惟本公司高壓室將於 113 年持續參加該計畫，故本次特地與對方交流有關微電網之研究計畫項目，故本所由電力室簡振宇與高壓室陳翊璋先行簡報本所在低碳微電網與微電網驗證場域之相關設計規劃與測試之方向(如圖 3-1)，與 P174 之團隊進行交流，EPRI P174 團隊針對以上規劃有以下建議：

- (一) 電網形成功能之變流器須包含於微電網控制之設計規劃中，該團隊也可提供相關規範與測試程序供本所進行參考。
- (二) 該團隊有協助微電網從設計規劃到驗收的經驗，可以與本所持續進行交流。
- (三) 變流器之無縫切換之定義可視為人的感知，以設備是否為斷電視為考量，進行切換時間之設計。
- (四) 目前微電網之設備大部分會在現場實際測試其功能，EPRI 可以協助搜索微電網驗證場域之範例供台電參考。
- (五) 希望於今年 12 月份與本所進行技術轉移會議，以進行更深入的討論。

另外本所也參訪了 P174 團隊負責的智慧變流器測試實驗室，該實驗室主要協助電力公司針對各廠牌的變流器，進行 IEEE 1547 的併網功能測試，計算其響應時間，另測試 Inverter 自主調控功能之響應速度與能力，有助於未來模型的建立，使動態模擬更精確，另外該實驗室也有一套家用的 PCS 供家用微電網進行孤島運轉與無縫切換(如圖 3-2)，該實驗室目前測試無縫併聯的情形下大概僅有 1 周波之畸變，但其內部負載(燈具)則完全沒有影響其使用，故 EPRI 將無縫切換的定義認定為若該微電網的設備於併聯轉孤島之模式切換時，若不影響負載設備之運行，則視為無縫。



圖 3-1 與 EPRI P174 團隊進行簡報與交流

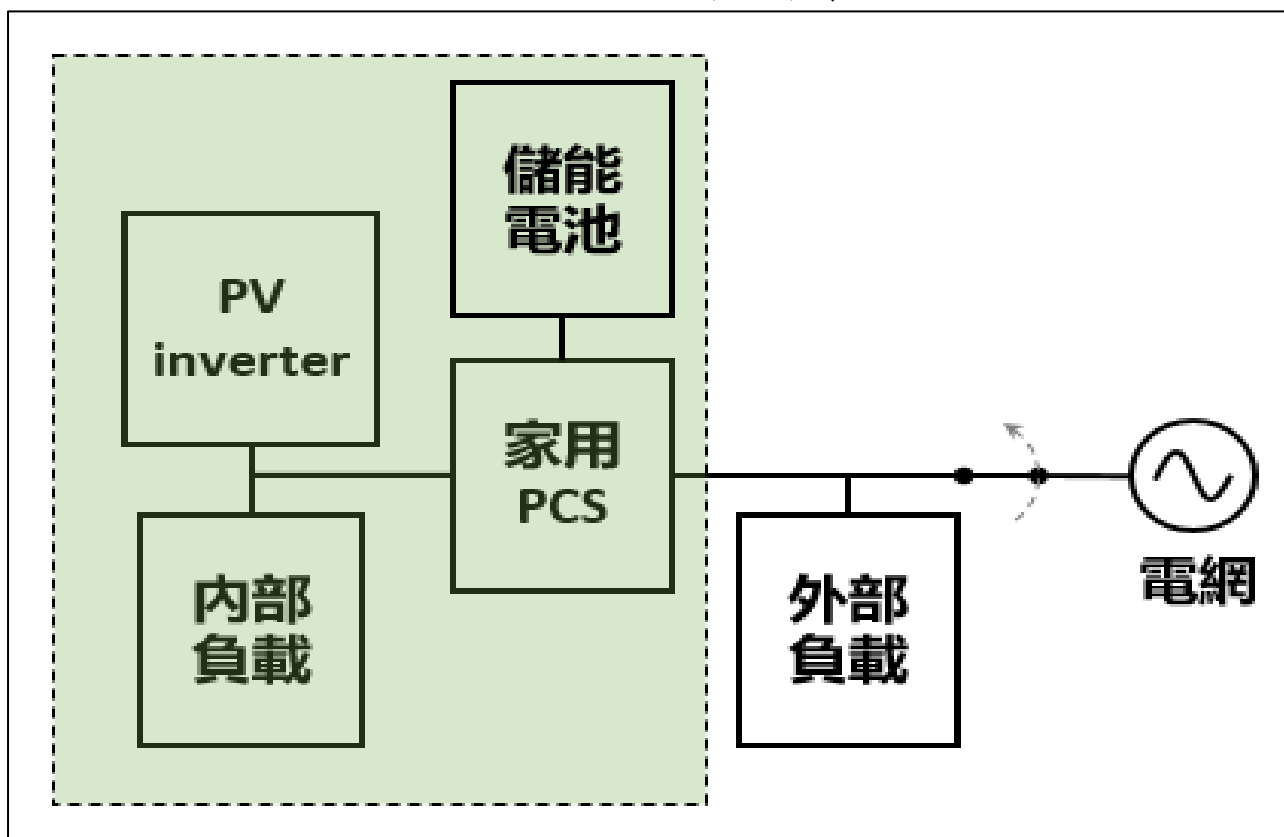


圖 3-2 家用微電網配置圖

EPRI P174 團隊接著介紹他們最新開發的 SPIDER(Simulation Platform for Integration of DER)(如圖 3-3、3-4)，該模擬測試平台可結合 DER 動態特性、配電饋線之電力潮流模擬，與 DERMS 相關通訊與調度策略，串聯底層設備(可模擬也可實際)與電力市場，其功能可設定 DER 之運轉情境，如日照量、儲能 SOC 值、自主調控設定值等，並可藉由 SPIDER 平台先行測試 DER 自主調控功能與 DERMS，後續也跟 EPRI 商討串聯微電網之案例，以測試微電網代替 DER 進行相關併網功能與自主調控功能的提供。以測試未來微電網為主的服務情境，建議公司未來若 DERMS 調度策略與 DER 之自主調控功能完備，該平台未來可作為區處進行彈性併網容量計算時使用。

接著 EPRI P174 團隊介紹 P40(Transmission Planning)與 P200(Distribution Operations and Planning)的團隊人員給本所認識，其為配電與輸電規劃之專家，其主要有一個 ADMS 與 EMS 的測試平台(如圖 3-5)，該測試平台目標為發展未來台電若有 ADMS 配電規劃相關的功能，則可利用該平台進行測試，並可利用其他電力公司發展的經驗與基礎下進行，若有操作程序的改變也可利用該測試平台進行測試與試驗，另外該平台也可做為訓練平台使用，P40 的專家也提供了許多該測試平台對於慣量與電驛保護的專案在進行，未來也可以使用該測試平台進行大停電事故發生時(例如 303 事件)，電驛動作與電網操作程序之重現。



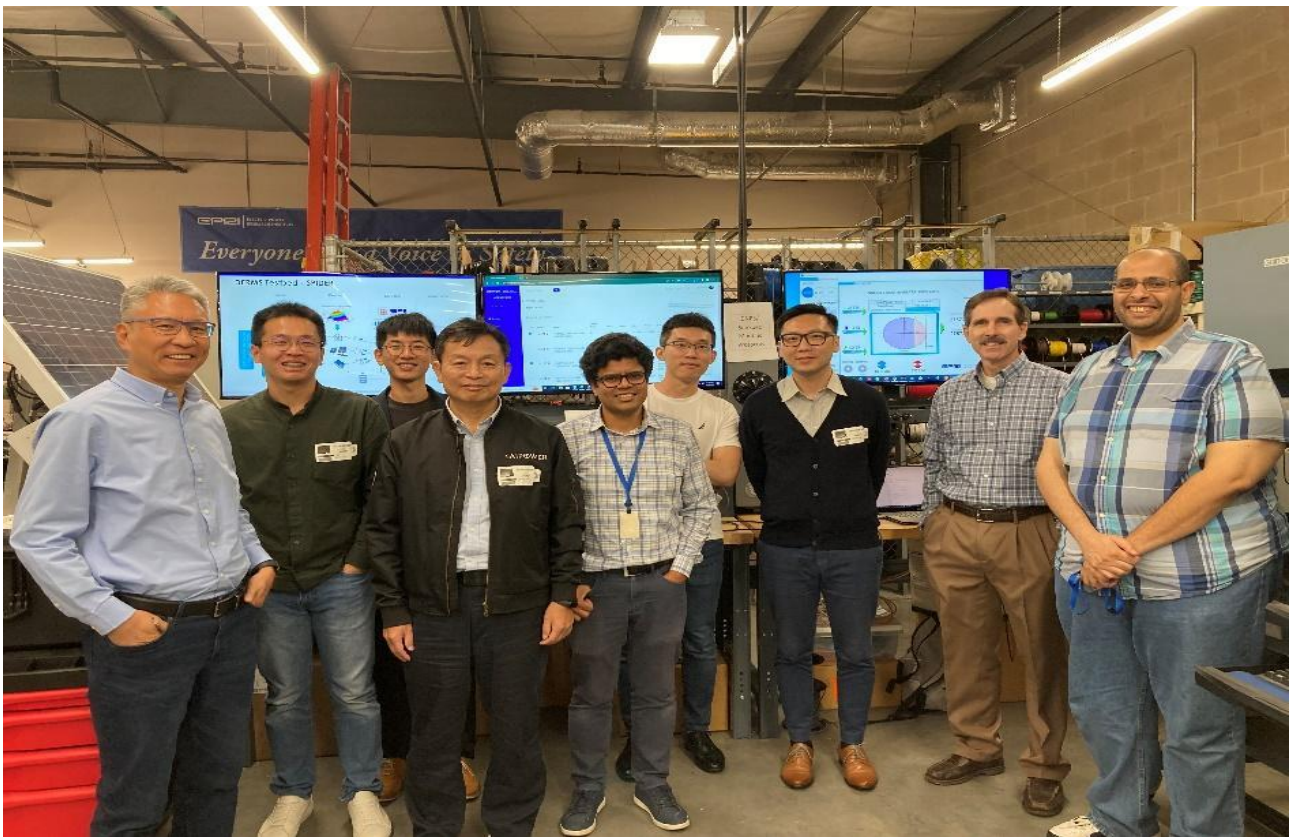


圖 3-3 SPIDER 架構圖

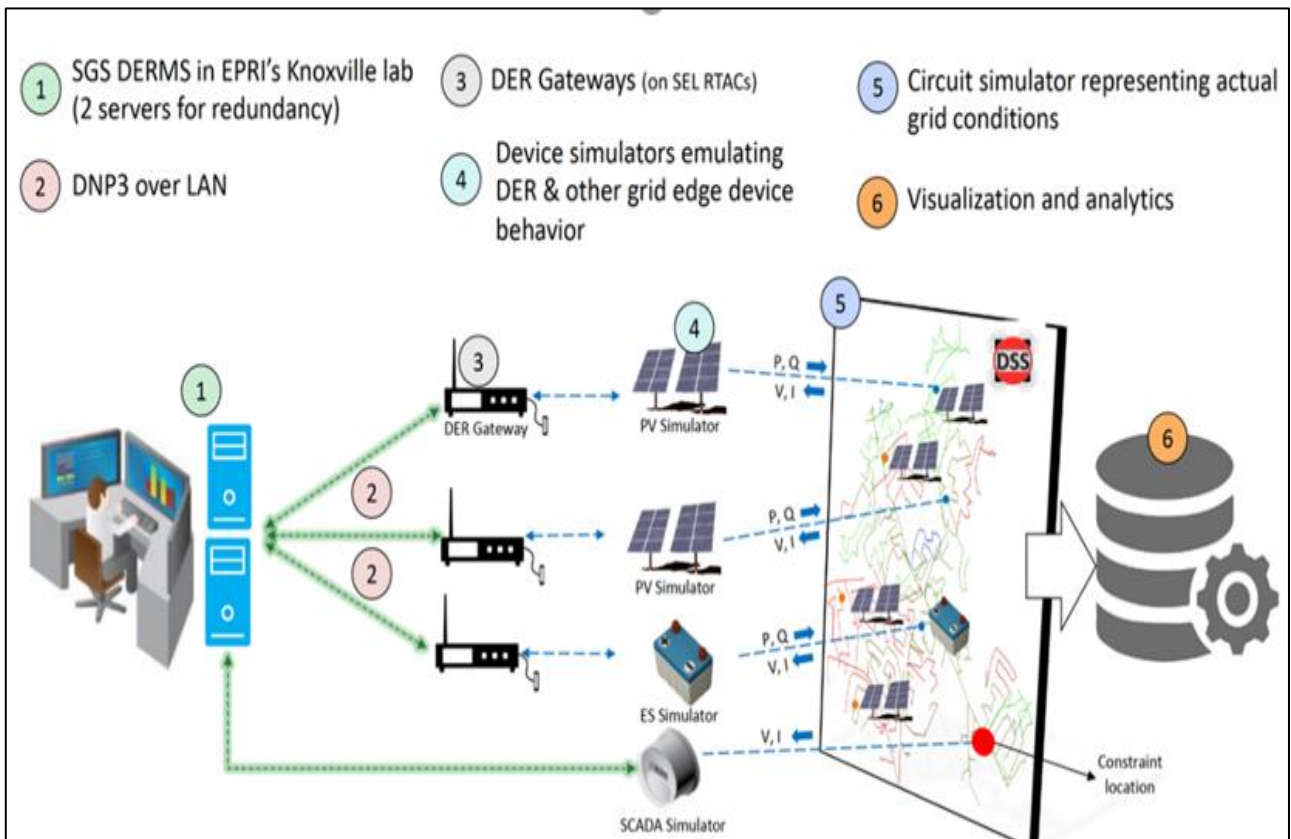


圖 3-4 SPIDER 測試平台



圖 3-5 ADMS 與 EMS 測試平台

因本所目前正執行低碳微電網之研究計畫，故 EPRI P174 團隊也介紹 P161(Information and Communication Technology)的團隊人員與本所交流，主要為針對微電網通訊應用，因美國電業使用 3G 與 4G 的設備較多，故於微電網應用中則以 4G 微形基站搭配光纖網路，以連結微電網內各設備之通訊，併與其他商用電信業者之微型基站實體隔離，達成高可靠度與高安全性且獨立運轉的微電網 OT 環境。

另針對本所對微電網資安研究的需求，EPRI P174 團隊人員介紹 P183 (Cyber Security for Power Delivery and Utilization)之非接觸式設備入侵偵測系統研究，該系統主要用於利用變電所內區域網路、Wi-Fi、平板與 QR code 建立非接觸式設備監測系統，當資安事件產生時，入侵偵測系統會傳送告警，此時用平板掃描變電所 OT 設備上的 QR code，可以 AR 方式顯示設備運轉資訊與資安風險，該系統不用實體接線，快速且便於監測。

最後在離開 EPRI 輸配電辦公室前，本所同仁與 P174 團隊針對 IEEE 1547-2018 所針對的 DER 未來可採用之三大通訊協定進行討論，釐清何種協定較適用



於台電公司的環境，EPRI P174 團隊認為 Sunspec Modbus 複雜性與安全性最低，目前大部分的設備皆有此協定，故可先用此協定進行導入，惟控制與資安需求增長，須採用複雜性與安全性中等的 IEEE Std 1815 (DNP3)，目前本公司多用於 SCADA 系統，未來建議我們可朝向 IEEE Std 2030.5 (SEP2)，其訊息複雜度與安全性較高，較適用於未來多項 DER 之應用訊息傳遞，也較符合 IEEE 1547-2018 未來之發展，並在討論結束之後進行大合照(如圖 3-6)，也圓滿完成本次 EPRI 輸配電實驗室參訪任務。



圖 3-6 與 EPRI P174 人員進行合照



#### 四、參訪美國 SDG&E 公司

聖地亞哥電力公司(San Diego Gas and Electric, SDG&E)是位於加州南部受監管的公共事業公司，其為能源服務控股公司 Sempra Energy 的子公司，提供聖地亞哥及橘郡南部的天然氣與電力供應，範圍覆蓋了約 4100 平方英里，為超過 360 萬人提供服務，總裝置容量約為 4GW。圖 4-1 為參訪團與聖地亞哥電力公司團隊合影，此次赴美有幸參訪聖地亞哥電力公司位於加州埃斯孔迪多(Escondido)的儲能案場與整合測試機構(Integrated Test Facility, ITF)，以下將依序就本次參訪場域進行介紹。



圖 4-1 參訪團與聖地亞哥電力公司團隊合影

埃斯孔迪多儲能案場，隸屬於聖地亞哥電力公司的先進潔淨能源 (Advanced Clean Technology, ACT) 團隊，於 2017 年完工，裝置容量 30 MW/120 MWh，為 2017 年當時全世界最大的鋰離子電池案場，屬於能量型儲能案場，用途為因應加州大量再生能源(尤其是太陽光電)產生之負電價問題，進行能量移轉與削峰填谷。

在日間太陽光電發電過剩，導致電能供過於求，使電價因市場機制過於低廉或產生負電價時，可以將多餘的電能預先儲存於電池中，並在傍晚日落時，將儲存的電力釋放到，以緩解夜間峰對電網的衝擊，並達到能量移轉與最大化再生能源發電的目的，此外藉由此儲能案場也能增加區域電網可靠度，為區域電網提供備用電源。

儲能案場貨櫃隔間內部架構如圖 4-2 所示，貨櫃由多個隔間組成，每一個隔間中包含電池模組組成之電池陣列，電池陣列連接隔間上方之變流器(Inverter)將電池之直流電轉換為交流電後，由交流匯流排匯集各個隔間電力，其後交流匯流排連接貨櫃前方之總開關盤，如圖 4-3 所示，並由總開關盤連接貨櫃外部之變壓器，進行交流升壓後連接至電網。依據聖地亞哥電力公司的團隊說明，雖此儲能貨櫃架構屬於舊型設計，但其優點為若電池陣列中，單一電池模組故障，可由前方之總開關盤，將個別隔間停電，並將電池模組單獨抽換，易於維護。



圖 4-2 儲能案場貨櫃隔間內部架構



# 總開關與各隔間開關



圖 4-3 儲能案場貨櫃總開關盤

除上述介紹之埃斯孔迪多儲能案場外，聖地亞哥電力公司於 2023 年 7 月亦有兩個儲能系統完工加入系統，其裝置容量分別為 131MW 與 40MW，並預計於 2023 年年底將系統儲能總裝置容量提升至 345MW，大大加強聖地亞哥電力公司電網的可靠度。

聖地亞哥電力公司之整合測試機構亦位於加州埃斯孔迪多，在距離儲能案場約 3 分鐘車程處，其隸屬於分散式能源(Distributed Energy Resources, DER)團隊，整合測試機構之實驗室列表如表 4-1 所示。



表 4-1 整合測試機構之實驗室列表

Foundational system/Communications Lab
Power Systems/RTDS Lab
Distributed Energy Resources Lab
Smart Garage
Home Area Network Lab
Information Security Lab
新舊設備整合實驗室

依據聖地亞哥電力公司團隊說明，在整合測試機構的建置過程中，特別強調了各個實驗室之間的網路佈線規劃，這體現了該機構對於不同系統整合測試的高度要求，並考慮到未來不同系統之間的相互測試的網路需求，這項工作的目的是確保不同子系統之間的資訊能夠順利傳遞，並且系統之間能夠實現協同工作。隨著分散式能源的快速發展，現代電網需要更智能化的管理和控制，這就需要依賴更多資通訊技術來協助電網實現其運營、控制和保護功能。例如，在電力系統保護方面，通信技術的應用可以實現快速的保護跳脫，這需要不同系統之間的高效通信。因此，整合測試機構不僅專注於單一特定系統，還需要採用新的概念來驗證整個電力 OT(Operation technology)的功能和效能，以確保電力系統的可靠運行和安全性。總之，整合測試機構在確保電力系統的現代化和智慧化方面發揮著關鍵作用，並通過資通訊技術的整合測試，確保不同系統之間的順暢協同，以應對日益複雜的電力環境挑戰。以下將依序就新舊設備整合實驗室(建置中)、資通訊實驗室(Foundational system/Communications Lab)、電力系統分析與即時數位模擬實驗室(Power Systems/RTDS Lab)、家庭區域網路實驗室(Home Area Network Lab)進行介紹。

聖地亞哥電力公司的團隊正在積極規劃建置新舊設備整合實驗室，這個實驗室的目的是模擬和測試不同世代的電力設備在實際環境中可能遇到的問題，以便在這些設備部署到現場之前，能夠預先發現並解決潛在的問題。這個實驗室的建立對於確保不同時期的設備能夠協調正常運作非常重要，特別是在需要高度穩定電力環境的情況下。在這個實驗室中，將會同時使用舊有的設備、現有的設備以及未來預計採購的設備，以便全面測試它們之間的互動和協調性，這樣的測試可以幫助確保新舊設備能夠順利地運行，並減少在實際現場部署時可能出現的問題，這也可以大幅降低不同世代設備之間的磨合期，確保電力系統的穩定性和可靠性。總之，聖地亞哥電力公司的新舊設備整合實驗室未來將在確保電力系統運行順利和高度穩定性方面扮演關鍵角色，並確保不同世代的設備可以無縫地協同工作，為未來的能源需求提供可靠的基礎。

資通訊實驗室是一個關鍵的研究機構，如圖 4-4，其主要研究方向是發展智慧電網通信系統。這個實驗室的目標是協助電力系統的運營單位開發全面的資通訊解決方案，同時協助現代化和更新變電所中的保護和控制系統所使用的老舊通信設備，以提高電力系統中的通信可靠度。資通訊實驗室的研究內容包括：

1. 更新老舊通信設備：為了提高通信的可靠性，這個實驗室協助現場運營單位汰換變電所中使用的老舊通信設備，這可以確保設備能夠適應現代化的通信需求。
2. 測試網路架構和通訊協定：為了確保運營中的電力 OT 網路能夠正確運行，這個實驗室進行了網路架構和通訊協定的測試，這些測試確保了信息能夠有效傳遞，從而確保了電力系統的可靠運行。
3. 無線網路測試：聖地亞哥電力公司與 Nokia 合作，特別在無線網路方面進行測試，這包括斷線偵測，以預防野火的發生，進一步提高了電力系統的安全性。
4. 總體來說，資通訊實驗室的工作對於確保電力系統的通信和控制方面的高可靠性至關重要，特別是在現代化和智慧電網的背景下。該實驗室的研究有助於提高電力環境的安全性和效率，並降低了潛在的風險，例如野火的發生。



圖 4-4 資通訊實驗室參訪

電力系統分析與即時數位模擬實驗室如圖 4-5 所示，其主要研究方向包括以下項目：

1. 微電網全黑啟動和孤島功能測試：進行微電網的全黑啟動和孤島操作的預先測試，以確保微電網在實際部署之前能夠正確運行。這可以通過即時數位模擬器進行 HIL(Hardware in the loop)測試來實現，以確保微電網控制器的有效性和可靠性。
2. 電力系統和分散式能源管理系統測試：進行電力系統和分散式能源管理系統的測試，以確保它們在實際運行中能夠有效地協同工作，並通過模擬不同情境來評估系統的性能和穩定性。
3. 饋線斷線分析與保護：進行饋線斷線情境的分析和保護測試，以確保電力系統在發生故障時能夠及時做出反應，保護系統的安全運行。
4. 電力系統的電壓與無效功率最佳化研究：進行電力系統的電壓和無效功率的最佳化研究，以提高能源利用效率，減少能源浪費，並確保電力系統的穩定性。



總之，電力系統分析與即時數位模擬實驗室的研究領域涵蓋了微電網控制、電力系統分析、能源管理系統、保護機制等多個方面，並利用即時數位模擬技術來進行高度真實的測試和模擬，以確保電力系統的安全、穩定和高效運行。

家庭區域網路實驗室的研究旨在推動智能家居和家庭微電網技術的發展，確保各種設備和系統在實際應用中的互通性和可靠性，從而實現節能和智能的能源管理和供電方案，其主要研究方向包括：智慧電表與家庭區域網路(Home area network, HAN)的串接、智慧家電設備測試、負載控制器測試、家庭微電網研究。在此實驗室參訪時，聖地亞哥電力公司團隊展示家庭微電網的應用，其架構如圖 4-6 所示，當家庭用電與電網因故導致斷電時，家庭用電網路會偵測到斷電，並啟動儲能系統，供給家庭用電，確保供電無虞，強調其對於保障供電穩定性的重要性。

除了上述介紹的實驗室內容，聖地亞哥電力公司的整合測試機構亦有進行電動車相關的研究，此外，也提供設備拼接開關，以將測試環境連接受測的電力設備，例如儲能系統等，並使用背對背變流器作為電網模擬器，隔離測試場域與電網，並模擬不同的電網情境，從而評估這些受測電力設備在各種情況下的性能和響應。



圖 4-5 電力系統分析與即時數位模擬實驗室參訪

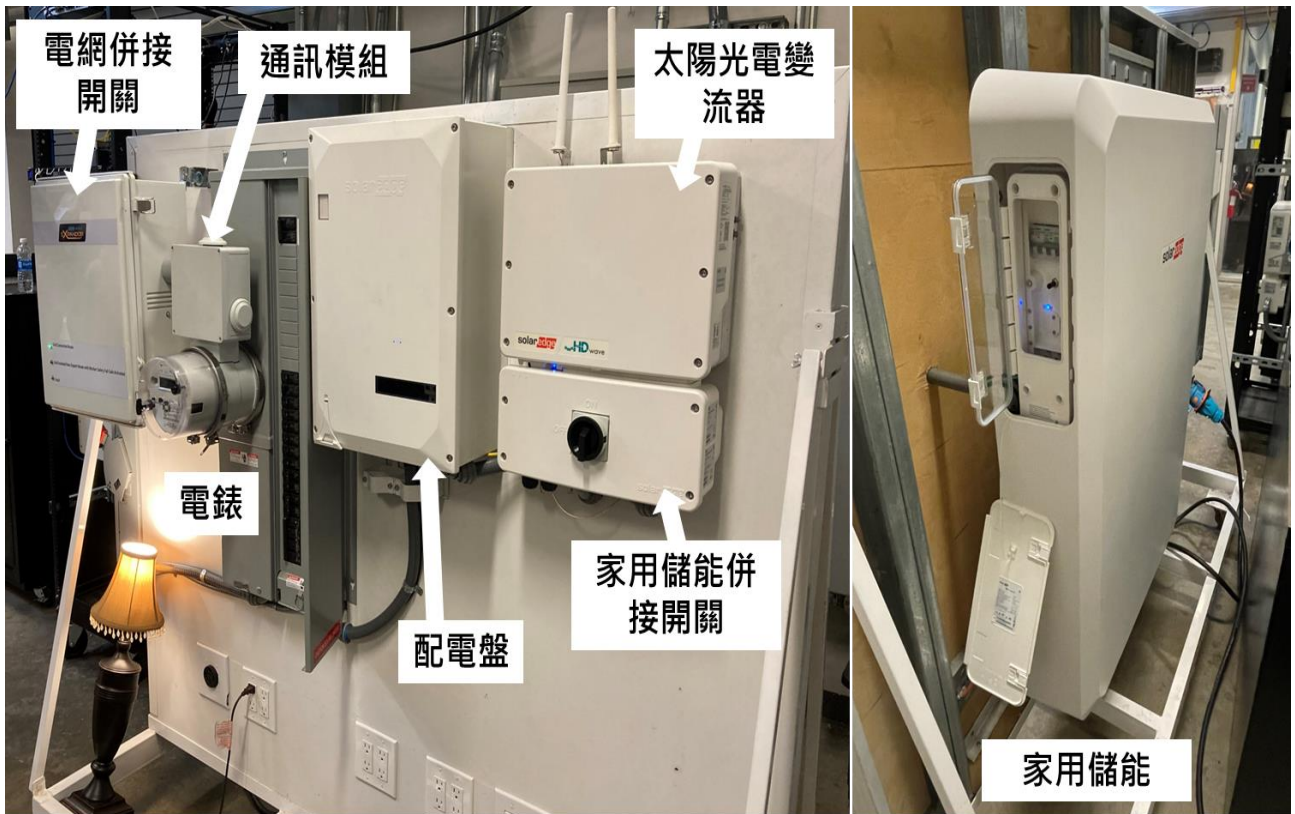


圖 4-6 家庭微電網應用架構

## 五、參訪美國 PXiSE 公司

PXiSE 公司是一家位於美國加州聖地牙哥的能源科技公司，成立於 2016 年，該公司主要是根據自有的專利電力系統先進控制技術(Advanced Control Technology, ACT)，開發及提供先進微電網控制和能源管理解決方案，致力於提高能源系統的穩定性、可靠性和效率，並且實現高再生能源佔比組成之微電網。

PXiSE 以 ACT 技術開發的主要產品是微電網控制器，該控制器可以即時監測及管理微電網內部各項分散式能源、儲能系統及各項電力設施，以確保微電網電力系統的穩定運行並且快速調控微電網互連點(Point of Interconnection, POI)實、虛功電力潮流。此外，該控制器符合電機電子工程師學會訂定的微電網控制器標準(IEEE 2030.7-2017)中包含的各項核心功能。除了微電網控制器之外，PXiSE 公司依據不同的服務對象及案場規模開發了再生能源案場控制系統(Power Plant Control, PPC)及分散式能源資源管理系統(Distributed Energy Resources Management System, DERMS)，分別用於再生能源加儲能系統整合案場之監控，以及管理區域內各微電網、再生能源案場及用戶負載。

PXiSE 微電網控制器其中一項主要的特點微應用向量量測單元(Phasor Measurement Unit, PMU)高速採樣量測量測微電網 POI 及各項分散式能源(Distributed Energy Resource, DER)的電壓、電流及相角，以這些量測數值即可計算出量測點的實功、虛功電力潮流，而非直接量測 POI 的實、虛功，且 PMU 可應用全球定位系統(Global Positioning System, GPS)進行同步校時，這可以使微電網內各項量測參數的時間點一致，而 ACT 控制技術進一步應用量測數值進行 POI 及各項 DER 的實、虛功調控，並且可以達到實、虛功解耦合調控(P、Q Decoupling)控制，意即可以分別單獨調控實功或虛功。PXiSE 微電網控制器另一特點為選用 OSI PI 系統做為底層的資料平台，因 PI 系統已被各項工業及電力領域廣泛應用多年，其資料介接介面已幾乎可涵蓋各項設備及各項通訊協定，因此應用 PI 系統做為微電網的資料平台即可快速的介接各項 DER 之資料。此外，由於 PXiSE 微電網廣泛應用 PMU 做為資料量測單元，因此控制器接收到的資料頻率相當高(量測頻率約每秒 60 筆)，累計的資料量相當龐大，PI 系統的資料處理架構此時就可充分發揮功效，除有效降低資料量之外亦可提升資料完整性。PXiSE 微電網中亦可



應用 PI 系統中的資產架構(Asset Framework, AF)進行微電網內各項設備管理、微電網各種限制條件以及建立微電網各項商業模式(時間電價、輔助服務及需量反應等)，這可使微電網控制器將其效能充分應用在微電網控制器的核心功能(轉態及調度)。

台灣近年來再生能源占比快速增加，其中太陽光電的數量及裝置容量均占比最高，在再生能源「遍地開花」的情況下，區域型電網的概念及議題逐漸受人重視，本所亦召集各研究室推動微電網各項研究計畫，預計將綜研所樹林所區打造成符合國際標準規範的微電網(樹林微電網)。為了解微電網各項功能及建置流程，本所能源研究室引進 PXiSE 微電網控制器，整合既有的太陽光電、小型風機及微氣渦輪機等分散式能源建立一小型微電網(Nanogrid)，並且以 IEEE 提出之微電網控制器標準測試程序(IEEE 2030.8)進行各項功能測試，本次 PXiSE 公司參訪也就 Nanogrid 測試時各項功能及問題進行討論。

微電網除了轉態及調度等核心功能外，能與上層能源管理系統(如分散式能源管理系統 DERMS、先進型配電管理系統 ADMS 等)進行資料交換且接收調度指令是微電網另一項重要功能，由於台灣目前尚未有明確的微電網併網相關規範，因此 Nanogrid 其中一項測項目即是與上層管理系統之間的資料交換的項目、流程及採用的通訊協定等各項測試及驗證。由於 Nanogrid 未來將是樹林微電網底下的子微電網，後續將依此架構進行微電網的上下層功能測試，PXiSE 公司建議應先規劃 Nanogrid 在樹林微電網中需要執行的功能，除了基本的實、虛功調度外，如電壓調控(Voltage Regulation)、頻率調控(Frequency Regulation)等功能。此外，亦可先規劃樹林微電網的測試情境，以利後續各項測試能順利進行。

在 Nanogrid 建置規畫期間，由於國內尚無支援轉態(Grid-Tied ↔ Grid-Forming)功能或虛擬發電機功能(Virtual Synchronous Generator, VSG)之 100kW 級的功率調節系統，因此目前 Nanogrid 尚無法測試 IEEE 2030.7 微電網控制器核心功能中的計畫性孤島、非計畫性孤島及重新併網等功能。然而在參訪美國 EPRI 輸配電實驗室及 SDG&E 公司整合測試機構時，發現這兩個機構在執行微電網相關測試項目時均有採用支援轉態功能的 PCS。後續將持續尋求國內各廠商是否有提供 100kW 等級支援轉態或 VSG 功能之 PCS，以完整 Nanogrid 微電網控制器各項核心功能測試。

PXiSE 將微電網內設備區分為可控制之 DER(如儲能系統、柴油發電機及微氣渦輪機等)及不可控制之 DER(如太陽光電、風力發電等)，在變更微電網設備組成時，需先評估是否會影響既有的控制邏輯，若在系統可控制範圍內改變不可控制之 DER 裝置容量，可維持微電網控制器既有的控制邏輯，但若欲增加或變更可控制之 DER 數量或裝置容量則需調整及優化微電網控制器內部的各項參數。

綜整以上說明，Nanogrid 下一階段精進優化的項目主要分為兩個部分，一是調整微電網設備組成以完成 IEEE 2030.8 各項功能測試，二是建立接受上層能源管理系統調度之功能。此外，本所執行再生能源預測相關技術及系統開發多年，如何將再生能源預測資訊應用於優化微電網控制也是後續的研究項目之一。PXiSE 公司已開發微電網控制器接收天氣預報資訊之介面，並依天氣預報資訊推算微電網區域內未來 24 小時太陽光電的發電量後進行儲能系統的充放電排程。然而，PXiSE 微電網控制器接收的天氣預報資料並非一般通用的數值氣象預報，因此後續將與 PXiSE 討論微電網控制器導入再生能源發電預測資訊的方式。

在經過樹林微電網及 Nanogrid 相關規劃的討論之後，更進一步的規劃構想為將本所樹林所區及公館所區以 DERMS 整合，形成一聚合商 (Aggregator)，如能實現此情境，未來將可成為公司推動區域型電網的一實證場域。

會議中 PXiSE 公司介紹了近幾年完成的幾個專案，包含關島及澳洲的案例，關島應用 PXiSE 控制方案包含了太陽光電與儲能系統整合的管理系統，有別於常見的「光儲合一」案場，關島東南方的 Dandan Solar Station (26MW)與 Talofofu Substation BESS(16MW/16MWh)並非在鄰近區域，兩者相距大約 8 公里，如圖 5-1 所示。藉由 PXiSE 的管理系統可達到輸出平滑化、高速控制及穩定的儲能系統 SOC 控制，運轉歷史數據顯示有 98%以上的時間系統出力的變動率(Ramp rate)在 250 kW/min 以下，且系統的反應時間約為 50 ms。

圖 5-2 為某日系統出力曲線，儲能系統的發電出力(Real Power from DER)會隨著太陽光電出力(PV Power)曲線而變化，進而達到 POI 輸出平滑化的目的。



圖 5-1 PXiSE 應用實例-關島光儲合一案場

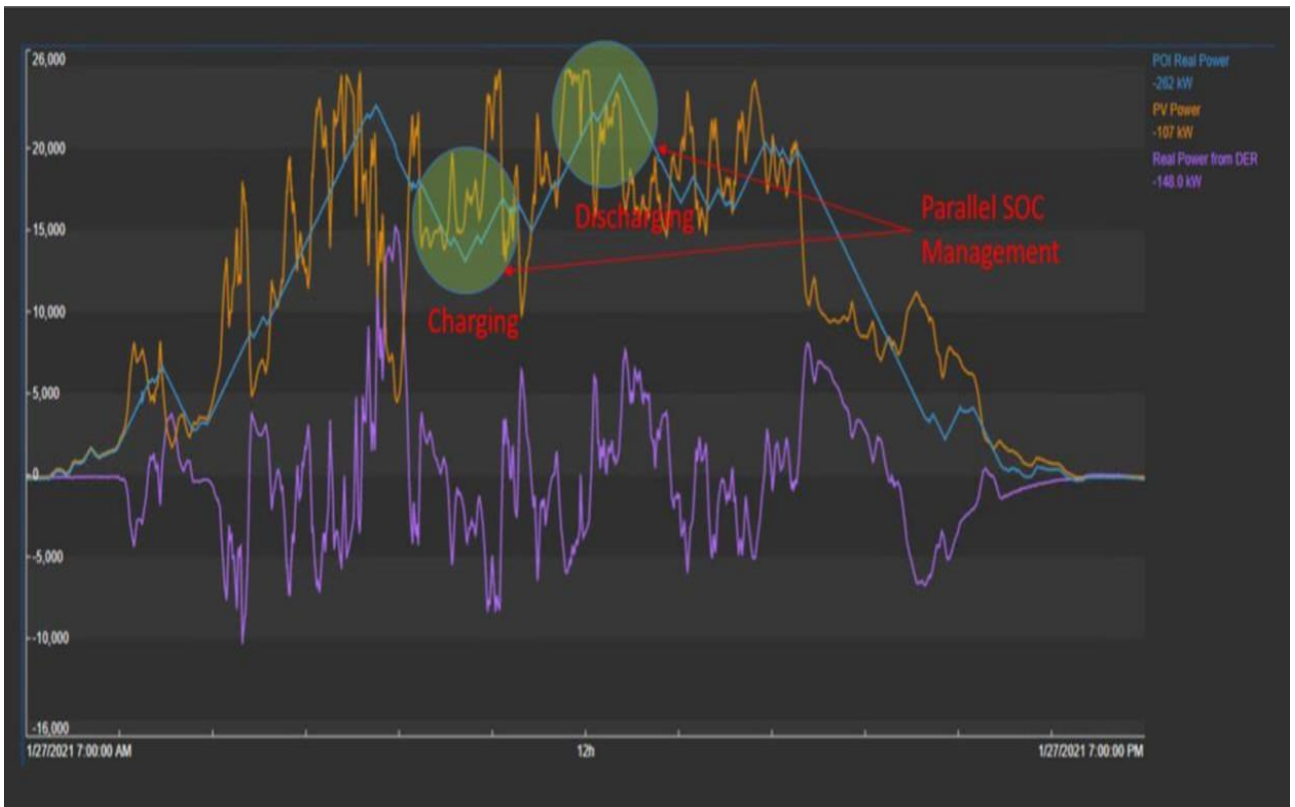


圖 5-2 關島光儲合一案場某日發電出力曲線

在關島電力系統層面 PXiSE 的應用實例是將一儲能案場(Agana Substation BESS, 24MW/6MWh)作為電力系統頻率控制，頻率的控制精度在 $\pm 0.1$  Hz 之間，當傳統火力發電機組意外停機時，Agana Substation BESS 可以迅速啟動並且維持電網的頻率，圖 5-3 為當關島電網加入 Agana Substation BESS 並作為電力系統頻率管理(Inertial Frequency Response, IFR)使用後，當發生相同裝置容量(40MW)火力機組意外停機事故時，關島電網頻率明顯穩定許多，頻率可以穩定在  $60\pm 0.15$  Hz 之間，在 Agana Substation BESS 併入關島電網前的紀錄顯示事故發生時總共卸載了 11 條饋線，而併入後僅卸載了 5 條饋線。由此可知，如果有更多儲能系統加入智慧化管理功能並使用 IFR 功能則可有效提升電網韌性。

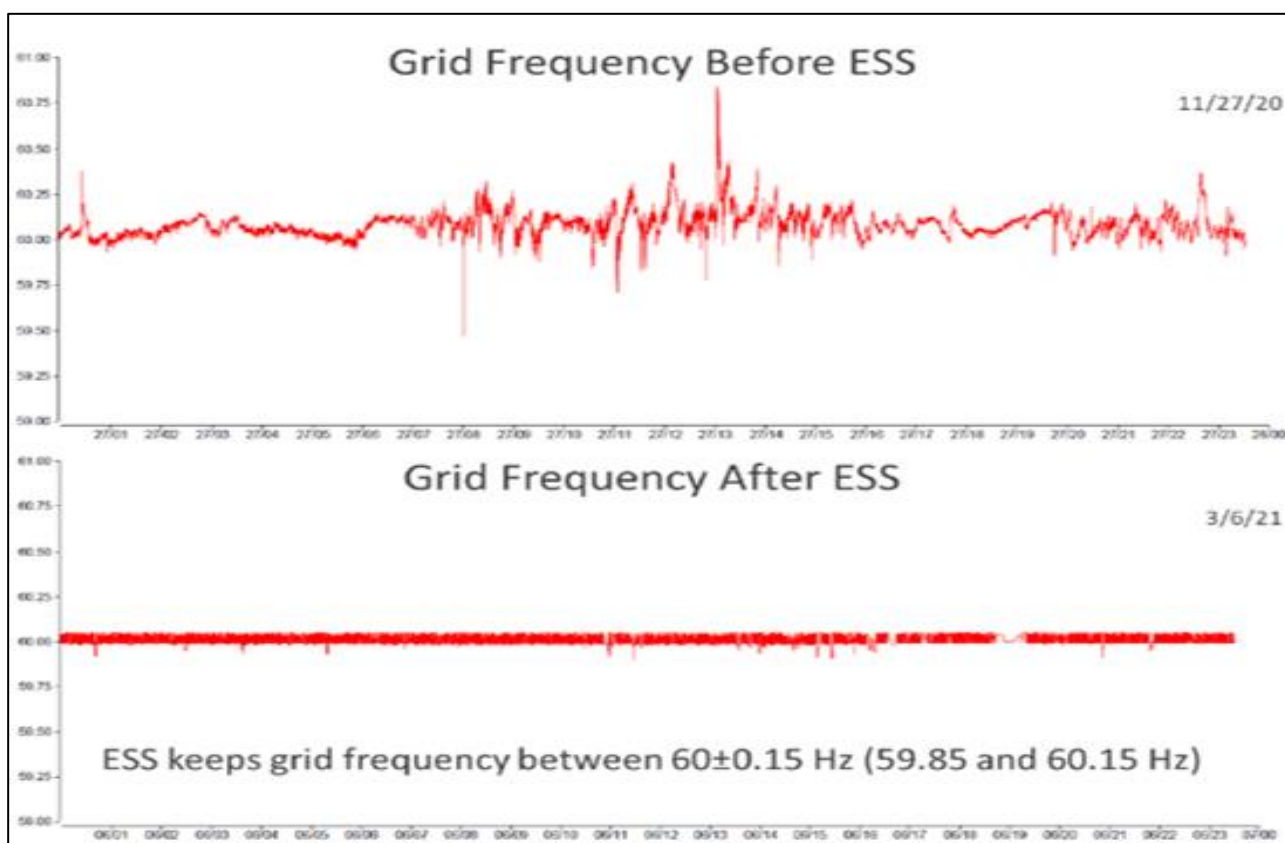


圖 5-3 關島 IFR BESS 實際效益案例

在過去幾十年來，世界各國的電力系統組成大多是圍繞在以大型發電廠為主的集中式電網，依照目前減碳、環保及永續發展的目標，再生能源的占比勢必會大幅增加甚至超過火力機組，這時若要提高電網韌性及可靠度，傳統的集中式電網就可能逐步轉型成分散式電網，而如何有效管理分散式電網就是各國的重要課題。



PXiSE 在會議中提到兩點有趣的觀點，一是由微電網的角度去思考台灣電力系統的管理，若將電網拆分為多個微電網，每個微電網都擁有獨立運行的能力且各微電網間可協調支援，這樣的電網組成是否就可提高韌性及彈性，可避免單一大型發電廠跳機或單一高壓線路故障而造成一連串的停電事故。此外，這樣的管理模式應更能有效管理遍布各地的再生能源。

微電網的定義其中一點是要有明確的電氣邊界，也就是微電網與電網之間僅有單一點連線，也就是 POI。PXiSE 提出的另一個觀點是虛擬 POI 的概念，如果能透過高速的運算以及高速的資料取樣頻率，應可將電網區分成數個虛擬的微電網，在非 POI 的線路上將電力潮流控制為 0，各虛擬微電網之間的電力交換都是經過虛擬 POI，這樣的好處是當某一設備或線路異常時，控制系統可即時隔離異常的區塊而其餘的電網仍可維持正常運作。這兩個概念雖然尚未經過實際驗證，但確實給我帶來了許多新的啟發。

## 六、參訪美國舊金山 EPRI

本次卓金和脫隊前往舊金山 EPRI，該部門主要著重於研析能源經濟相關議題與策略。本次於舊金山 EPRI 將停留兩天時間，第一天主要進行議題研析，包括美國減少通膨法對於美國 2030 年減碳之衝擊、美國 2035 年電力部門須提前達到淨零的評估，美國 2050 年全國達到淨零的路徑等。在第二天的部分，針對公司目前與 EPRI 發展之全國 Taiwan REGEN 模型以及金門模型進行討論，規劃未來模型發展方向，相關討論議題與時程安排如下表。



圖 6-1 EPRI 舊金山分部合影

表 6-1 舊金山 EPRI 參訪時程表

<b>8 月 11 日</b>		
時間	議題	講者
<b>9:00 a.m.</b>	報告近年台灣淨零政策	Dr. Cho
<b>9:20 a.m.</b>	Drivers of Decarbonization in the United States (30 minutes + Q&A)	Silas Swanson
<b>10:00 a.m.</b>	U.S. 2030 Decarbonization Targets: Technology Pathways & Challenges	Dr. John Bistline or Dr. David Young
<b>10:45 a.m.</b>	Break	
<b>11:00 a.m.</b>	U.S. 2050 Decarbonization Targets: Economy-Wide Net-Zero Pathways & Challenges	Dr. Geoff Blanford
<b>12:00 p.m.</b>	Lunch	All, EPRI Cafeteria
<b>1:00 p.m.</b>	P201-C Research Highlights for 2023 and Feedback from TPRI	Dr. Nils Johnson, Dr. Cho
<b>2:30 p.m.</b>	Break	
<b>2:40 p.m.</b>	P201-C Research Highlights for 2023 and Feedback from TPRI	Dr. Nils Johnson, Dr. Cho
<b>4:00 p.m.</b>	Option A: P201-A Climate Seminar Summary, or Option B: EPRI 24/7 Carbon Free Energy Research	Dr. Delavane Diaz or Adam Diamant
<b>5:00 p.m.</b>	Adjourn	
<b>8 月 12 日</b>		
<b>9:00 a.m.</b>	Taiwan-REGEN Model and Scenario Design	Steve Wan
<b>12:00 p.m.</b>	Lunch	Dr. Wan & Dr. Cho
<b>1:00 p.m.</b>	Taiwan-REGEN Model and Scenario Design	Steve Wan
<b>5:00 p.m.</b>	Adjourn	



以下我們針對美國減少通膨法對於美國 2030 年減碳之衝擊、美國 2050 年全國達到淨零的路徑以及模型討論進行說明。

## (一)美國減少通膨法驅動美國低碳與技術轉型影響

### 1. 背景資訊

EPRI 模擬美國於 2030 年使溫室氣體排放量相較 2005 年基準年水準減量 50%及 2050 年淨零之減碳路徑（以下簡稱 50x30 目標）。然而，隨著技術與市場的發展及政經局勢的改變，EPRI 針對其 50x30 路徑再次進行更新，此次納入考量的情境與因子包括：供應鏈問題和通貨膨脹導致能源技術成本增加及技術延誤；《降低通膨法案》(Inflation Reduction Act, 以下簡稱 IRA)的獎勵措施和最新的各州政策；全球地緣政治混亂，造成部分化石燃料的成本上升；隨著 COVID-19 限制措施的解封，整個經濟體的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量出現反彈性增加。

依據新的考量因子建立四種核心情境，評估距離實現 2030 年氣候目標的溫室氣體排放差距，並同步回應以下主軸與問題：面對達成 2030 年溫室氣體減量目標的挑戰，美國受到近期總體經濟和政策變化的影響為何？為實現 2030 年減量目標，電力、產業、建築及運輸部門的減排量為何？更新的政策和激勵措施對技術路徑、投資和成本有何影響？供應端成本和燃料價格的不確定性如何影響達成 2030 年減量目標所需的行動？這些減碳路徑對用戶和社區所產生的影響為何？

### 2. 情境假設

使用 EPRI 的 REGEN 能源經濟模型(<https://us-regen-docs.epri.com/>)建立四種核心情境，以此作為分析政策環境與通膨驅動因子之假設，詳見表 6-2：

表 6-2 四種核心情境與假設

項目		供應端成本與燃料價格	
		較高成本	較低成本
政策與獎勵措施	IRA 的參考情境	IRA H	IRA L
	IRA 獎勵措施下的 50x30 情境	50x30 H	50x30 L

資料來源：EPRI (2023).

在四種核心情境下，有兩項情境是基於政策的不確定性而設立，包含「IRA 下的參考情境」(Reference scenario with the Inflation Reduction Act) 及「IRA 獎勵措施下的 50x30 情境」(50x30 scenario with IRA incentives)。前者旨在觀測 IRA 實施後，基於相關技術與資源投入、最終使用者的消費行為及既有聯邦與州政府政策下，能源產業到 2050 年的潛在演變，後者則以前者的情境為基礎，加入 50x30 目標以及到 2035 年實現 100% 零碳電力目標 (Carbon pollution-free electricity)。

除政策環境外，另針對技術成本和燃料價格等近期的通膨驅動因素進行替代假設 (alternate assumptions) 的檢驗。EPRI 建立了兩項假設情境，其一為「較高成本」(Higher Costs)，該情境假設供應端成本和燃料價格仍居高不下，持續維持在 2022 年水準直至 2030 年。另一情境則為「較低成本」(Lower Costs)，此情境假設供應端成本恢復至 COVID-19 前的成本趨勢，呈線性下降至 2030 年。然而燃料價格在較低成本情境中，最初呈現下降趨勢，後續將逐漸上漲。

使用 EPRI 的技術成本和性能資料做為假設，並納入美國能源資訊管理局 (U.S. Energy Information Administration) 對經濟成長、燃料價格和服務需求的假設。S-REGEN 模擬的範疇僅包括能源部門二氧化碳排放，其餘針對碳匯、非二氧化碳溫室氣體和非能源部門二氧化碳減排的假設與其他 50x30 研究雷同。

### 3. 主要發現

(1) 主要脫碳路徑依舊雷同，但必須提高轉型的速度和範疇才能實現 2030 年減量 50% 之目標

- A. 碳排減量速度提升 4 倍：由於 2021 年溫室氣體排放量反彈，需即刻且持續以歷史脫碳率的四倍以上減少溫室氣體排放。（註：此前 EPRI 於 2021 年評估中，僅建議以三倍速減量）
- B. 應對新興的挑戰：IRA 可抵消部分通膨和供應鏈帶來的影響，新的政府資金挹注可能改變風力發電、太陽光電、碳捕集、電池儲能、既有核能、電動汽車和熱泵等關鍵技術的投資前景。
- C. 實踐經驗證的解決方案：依據 2021 年分析結果，電力部門在總減排量方面處於領先地位，而此次分析結果亦顯示，重大能源系統改善為是否能充分利用潔淨電力、能源效率和快速電氣化的關鍵。為此需重新檢視能源生產、輸配、使用和監督流程，並針對以下面向進行創新與投資，以利推動轉型，包含：電網輸配和控制系統、市場設計和費率結構、電網營運及其規劃流程與工具。

(2) 僅靠現有的政府獎勵措施和政策不足以實現減量 50% 的目標

- A. 推動潔淨電力：在現有政策和政府獎勵措施下，到 2030 年可推動 290 至 330 GW 新建低碳裝置容量部署，到 2035 年甚至可使額外新建容量提升至一倍以上。IRA 獎勵措施主要支持在當前能源配比中佔比高的零碳電力技術，及近年快速部署的相關技術，例如風力發電、太陽光電、電池、既有核能更新等。而聯邦與各州之相關政策則可能促進 2030 年後的新技術市場，例如：碳捕集、新世代核能、氫、生質燃料等技術。2030 年後，由於技術中立的生產模式與投資信貸的擴張、低碳排技術成本的持續下降，以及更嚴格的國家政策等情境發生，IRA 所支持的轉型可能有更大規模的擴展。潔淨能源技術部署速度亦大幅提升，包含電力部門的新建裝置容量，將增加至目前年度水準的兩倍以上等。
- B. 縮小差距：IRA 獎勵措施和其他現有政策可使整體排放量在 2030 年前減少 33%（相較 2005 年基準），為達到 50% 的減碳目標，每



年需要額外減排 10 億噸二氧化碳當量。將可藉由監管機構、地方政府、私營部門和消費者的共同行動彌補此一差距，未來的聯邦法規、州政府政策和公司承諾將有助於實踐目標，若 IRA 有效使低碳排解決方案的成本降低，實踐目標的可能將更為顯著。

- C. 推動電氣化：除提升如熱泵等電力終端消費產品的經濟性外，IRA 的獎勵措施更將使 2030 年新乘用車銷量高達半數為電動汽車。2030 年，在 IRA 參考情境下，負載將比當前水準成長 12~13%；而在 50x30 情境下，負載將比當前水準成長 18~22%。IRA 的推動，將促進潔淨電力、電氣化和能源效率的整合，使每個家庭的年度淨能源成本（Net energy costs）比當前水準降低 180 至 790 美元。
- D. 改善空氣品質：在該報告分析的多數情境中，到 2030 年，整體的 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放量幾乎減半。電氣化和脫碳帶來的空氣品質效益，可使社區、家庭及社經地位弱勢之社區獲得助益。

(3) 為支持 2030 年目標的實現，需要大範圍的能源供給、需求、基礎設施及政策的改變

- A. 緩解成本和部署的挑戰：到 2030 年，高昂的供給和燃料成本將導致整體能源服務成本每年增加達 2,500 億美元。現階段政策在施行、選址和許可方面的進展延遲，已使轉型議題複雜化，而額外的成本壓力和部署所面臨的挑戰，將影響 2030 年目標的可行性。為求最大限度降低轉型成本，需要有明確的技術選擇、確切的開發流程和時程安排，以及獲得建設和營運新資源所需的材料與勞動力等要素。預期在 50x30 情境下，2030 年電力相關勞動力需求可能增加 10%，以支持電動汽車充電裝置的部署。
- B. 大規模部署新技術：低碳排的供需端技術必須同時擴展，並透過快速地技術開發和部署速度實現 50x30 目標。為實現到 2030 年增加 570~670 GW 低碳裝置容量的目標，需在 2030 年前，使太陽光電、風力發電和儲能每年新設之裝置容量增加至 2021 年的一倍以上。而在 IRA 參考情境及 50x30 情境中，到 2030 年區域間輸電容量將增加近 10%，使輸電設備的擴展成為脫碳的關鍵要素。

- C. 藉由選擇性提供價值：技術多樣性和選擇性可降低實現 2030 年目標所需支付的成本。在擴大輸配電等基礎設施，並降低再生能源、儲能和新興技術成本外，亦需保留建設新的天然氣和碳捕集設備及營運既有核能設施的可能。

## (二)美國 2050 年淨零脫碳分析

### 1.背景說明

EPRI 評估美國零碳或低碳轉型技術發展策略，實現美國 2050 年整個經濟體達成淨零排放。該研究發現，廣泛的清潔能源技術組合是經濟實惠且可靠的清潔能源轉型不可或缺的一部分。該簡報重點在介紹低碳技術的潛在效益及價值，為未來十年的研發策略和脫碳投資提供了參考資訊。

### 2.情境假設

該報告情設計包括：寬裕選項情境(All Options)、高燃料成本情境(Higher Fuel Cost)及有限選項情境(Limited Options)。情境說明如下及表 6-3 所示：

- A. 寬裕選項情境(All Options)：假設提供完整的清潔能源技術組合，包括：再生能源(太陽能、風力發電及水力發電)、核能、化石能源及具備碳捕獲及存儲(CCS)能力的生質能、儲能技術(例如：電池儲能或抽水水力)、氫及氫衍生燃料(例如：合成航空燃料或合成天然氣)及生質燃料(例如：再生天然氣和再生柴油)。
- B. 高燃料成本情境(Higher Fuel Cost)：假設上述情境所有技術均可用，但天然氣、石油、生質能源及碳運輸和儲存的成本較高。
- C. 有限選項情境(Limited Options)：假設碳地質儲存不可行且生質能源供應有限，但其它所有其他技術均可行。

表 6-3 情境設定

	All Options	Higher Fuel Cost	Limited Options
Geologic storage of CO <sub>2</sub>	Lower costs	Higher costs	Not available
Natural gas supply costs	Lower costs	Higher costs	Lower costs
Bioenergy feedstock supply	Full	Supply limited	Supply limited

雖然該報告結果僅針對美國，但從這項研究中得出的結果是有其參考價值。不同地區與經濟部門的減碳成本和部署低碳技術的機是有很大的差異，包括：資源可利用性和氣候等因素的區域差異，以及替代技術的成本與區域適用性的差異，皆會導致最佳低碳技術組合會有顯著的差異。

淨零能源系統的轉型會受到許多因素的影響。為根據一系列潛在且可行的技術解決方案形成有意義的建議，本分析中的建模考慮了廣泛的假設和相互作用。本研究不包含對供應鏈約束、運營可靠度與彈性、非二氧化碳環境影響及分配結果(例如：局部經濟和環境正義影響)等因素。該分析也不包含最近頒布的通脹削減法案中的具體激勵措施。

儘管存在許多潛在的低碳技術想像，但未來的成本和效能仍然存在很大的不確定性。該研究只是一個起頭，未來的研究將更深入探討更廣泛的不確定假設及敏感度分析，包含「通貨膨脹削減法案」及其他因素對實現淨零排放的潛在影響。

### 3. 關鍵結果

#### (1) 能夠負擔的選項

要實現整個經濟體的二氧化碳淨零排放，同時保持整個經濟體可靠地提供能源及能源服務，能源系統將需要一系列的低碳技術。整個經濟範疇內的淨零目標能夠彈性地分配正負二氧化碳排放量，使每個部門和地區能夠遵循自己的脫碳路徑達成淨零目標，同時最大限度地降低總體成本(如圖 6-2 所示)。因此，若對資源和技術選擇施加更大的限制可能會顯著增加實現淨零排放的系統總體成本。



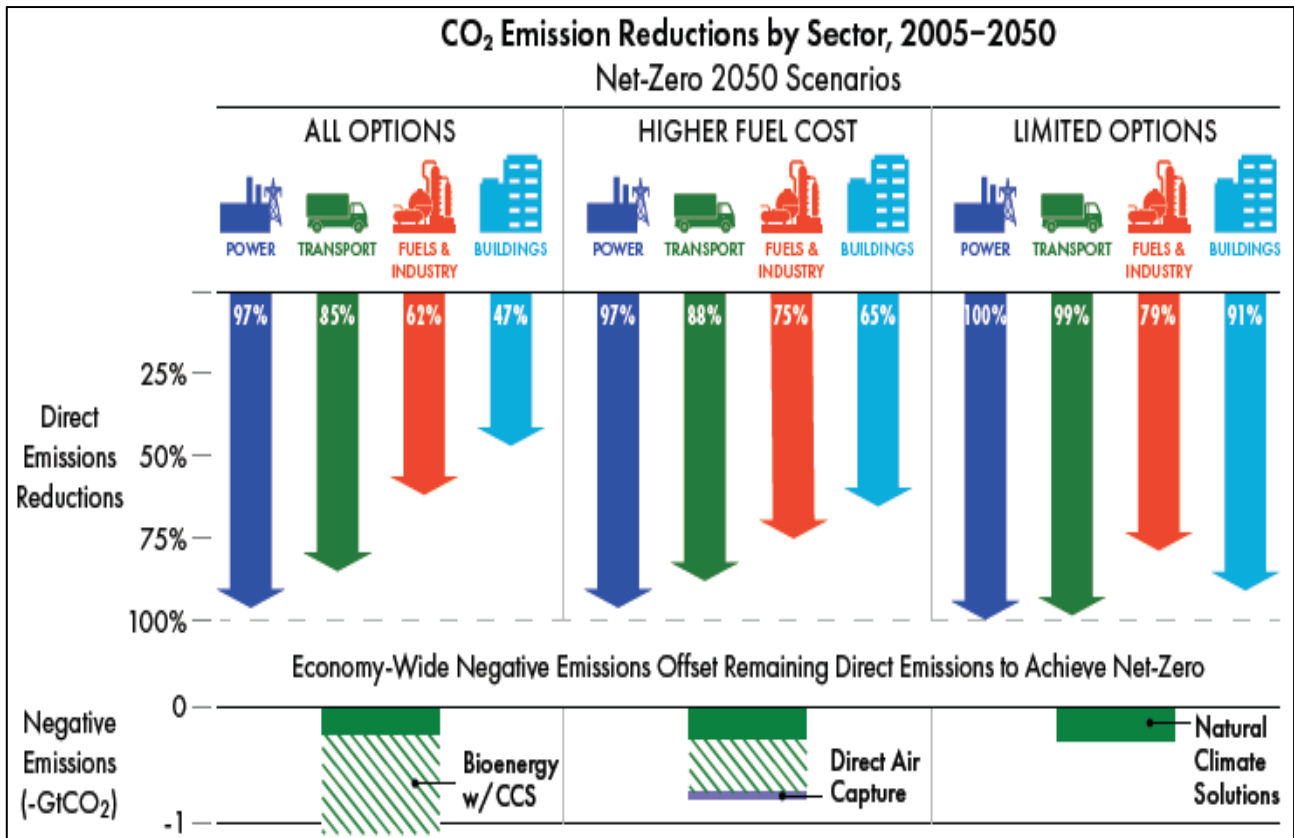


圖 6-2 分析結果之 2050 美國各部門碳減量結果

## (2) 初級和最終能源轉型

現今美國 84% 的初級能源來自化石燃料。在淨零情境中，到 2050 年，9% (有限選項情境) 到 53% (寬裕選項情境) 仍然以燃燒化石為主，具體取決於碳管理技術的可用性及部署。與此同時，隨著清潔能源經濟中電力和氫的使用顯著增長，最終能源 (最終使用時消耗的能源) 轉向更高效且低碳的能源載體 (如圖 6-3 所示)。透過這樣的轉變，電力能源消費可從目前佔最終能源的 21% 增長到 2050 年的 43% 至 59% 間，而低碳燃料則從目前的 5% 增加到 2050 年的 19% 至 36% 間，化石燃料從目前的 74% 下降到至 2050 淨零情境下的 5% 至 33% 間。

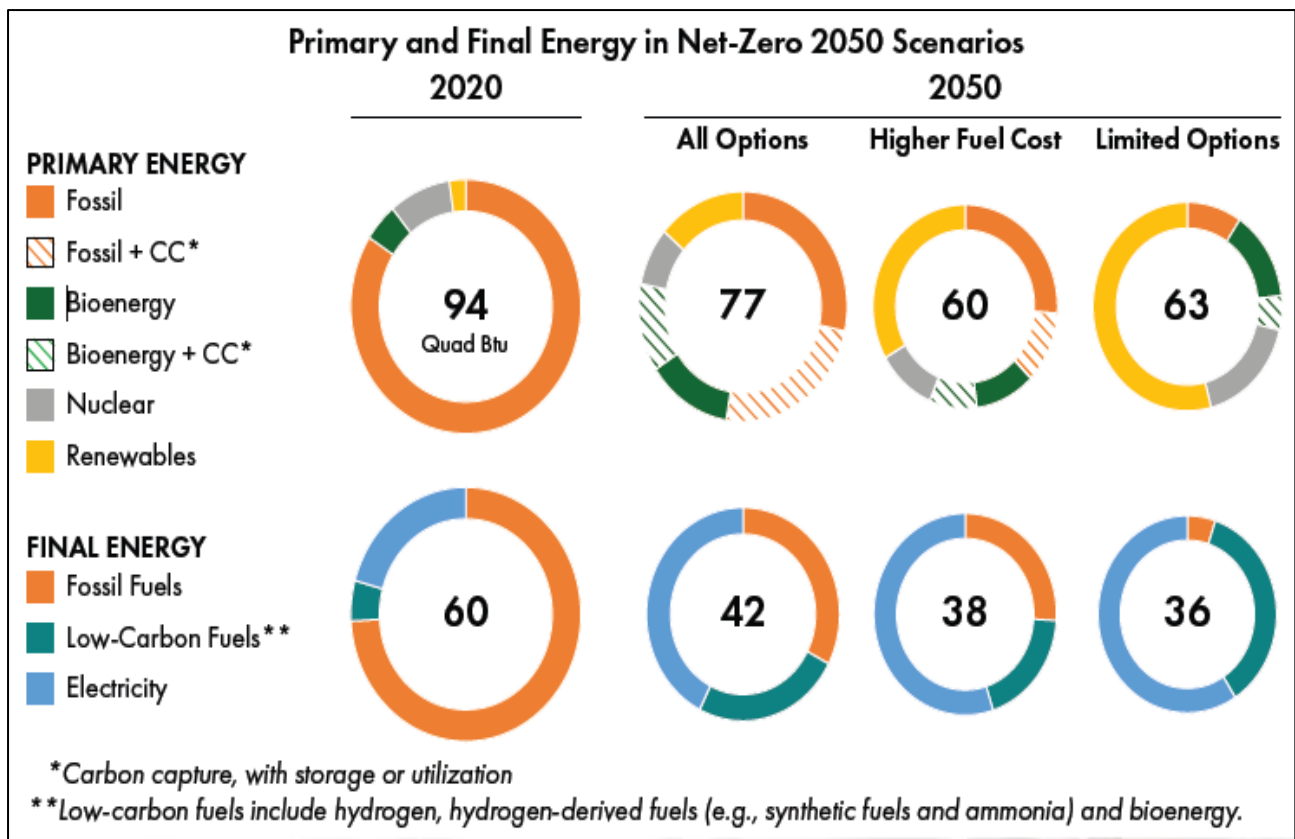


圖 6-3 分析結果之 2050 美國初級能源及最終能源使用狀況

### (3) 持續提高能源效率與擴大高效電氣化

提高能源效率、採用高效電氣化技術及經濟體向低能源密集結構性轉型是關鍵路徑，到 2050 年最終能源相較目前約可減少 26~40%，即使 2050 年的 GDP 較 2020 年增長 80%。模型分析結果顯示，透過技術進步及轉向使用更高效的能源載體及技術，透過減少能源消費可以減少整個能源價值鏈及運輸、建築和工業部門的碳排放。

其中，許多低碳轉型都是具有成本效益的，即使在沒有明確的脫碳目標的情況下也會被市場採用。在燃料成本較高和選擇有限的情況下，則會進一步採用節能技術和清潔燃料，在這種情況下，供應端脫碳選項的成本將會更高。

### (4) 固定和分散式發電量將大幅增長。

脫碳發電須要增加間歇性再生能源的占比，同時擴大清潔能源裝置容量(如圖 6-4 所示)。在淨零情境中，2050 年風力與太陽能裝機總

量約為 800~3,700GW，而目前約為 200 GW，並部分用於電解生產綠氫。低碳清潔能源裝置容量為平衡間歇性能源，總裝置容量約需要 1,140~1,450GW，包括：天然氣(傳統或再生天然氣及是否含碳捕獲)、核能、氫能、水力、地熱、生質能(是否含碳捕獲的組合)及電力存儲技術(例如：電池存儲、抽水水力及壓縮空氣儲能)。

相比之下，目前美國的固定發電裝置容量約為 850GW。到 2050 年，電力事業新增發電裝置容量約 1,650~4,860GW(約是目前的 160%~480%)。再生能源和清潔公司資源的最佳組合因地區而異，並取決於與電力事業以外的脫碳方案間的相互作用，例如：負排放技術的機會和電解產氫的需求。在所有情境下，新的天然氣及氫燃料發電裝置容量在提供資源充足性和可靠發電的彈性方面發揮著關鍵作用。

#### **(5) 現有和新的核能發電裝置容量都皆有利於美國能源系統脫碳**

現有核能發電的零排放電力將為淨零能源系統提供了必要且穩定的電力供應。在 CCS 受到限制的有限選項情境中，到 2050 年，新型先進核技術(例如：小型模組化反應爐)將提供約 60GW 的發電容量，作為系統的無碳能源選項。電力輸配電基礎設施的持續擴張與現代化至關重要，支持再生能源、電氣化及彈性需求資源的進一步整合，並提高能源轉型期間的電網可靠度及彈性。在所有情境中，電力輸配電投資都會隨著時間的推移而增加，並在所有選項和較高燃料成本情景更是加快速度。智慧電網系統的額外投資將能帶來更複雜的用戶端交互效益。

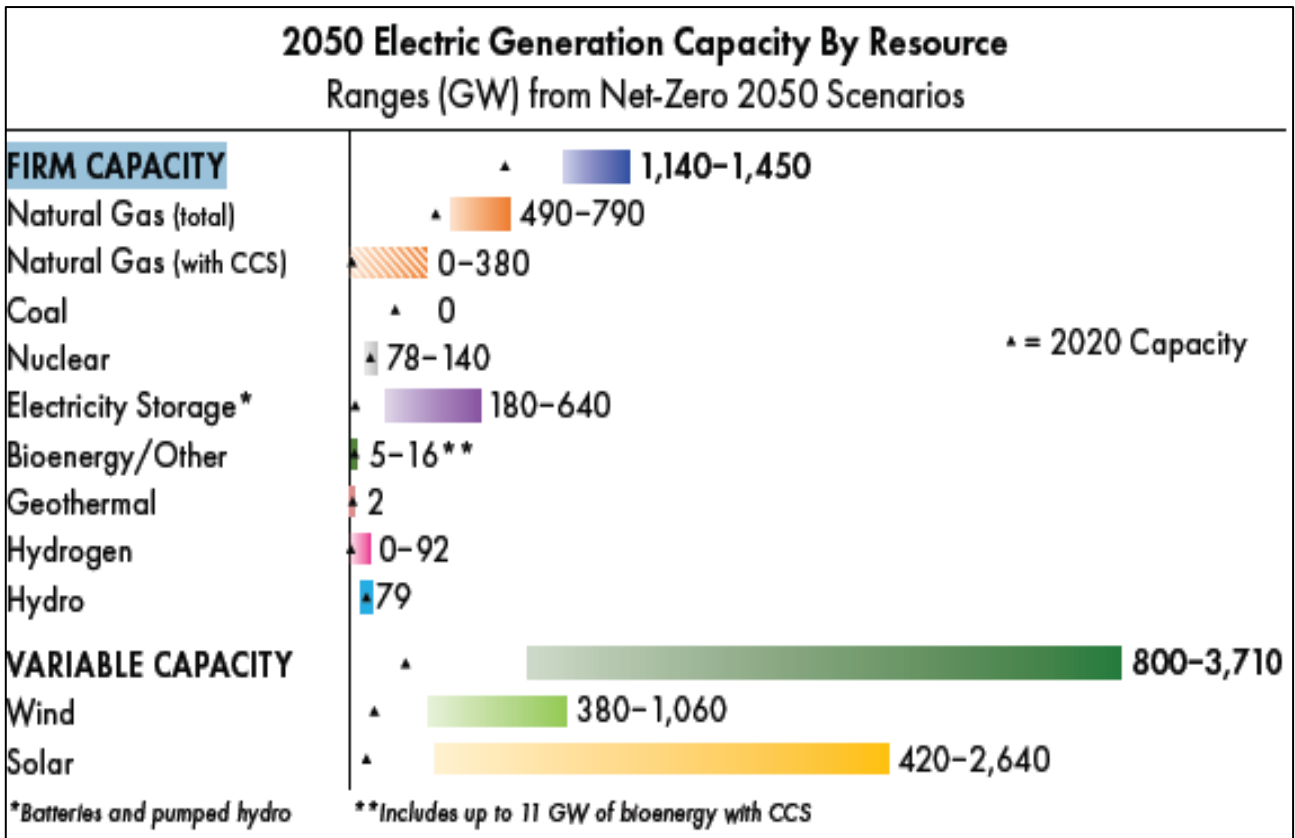


圖 6-4 分析結果之 2050 美國發電技術裝置容量

### (6) 管道天然氣將繼續服務於多個市場

天然氣基礎設施在為電力事業轉型過程中提供穩定的發電容量，以及向工業和建築提供低碳燃料扮演著至關重要的角色，特別是在寒冷的氣候區。輸送氣體的種類因情境而異，可能包括：化石、再生與合成天然氣及氫氣的混合物。因有 CCS、負碳排及混合技術等可用選項(選項較彈性)，因此即使在淨零能源系統路徑中，美國天然氣年消耗量仍可能保持與目前相似的水平(如圖 6-5 所示)。



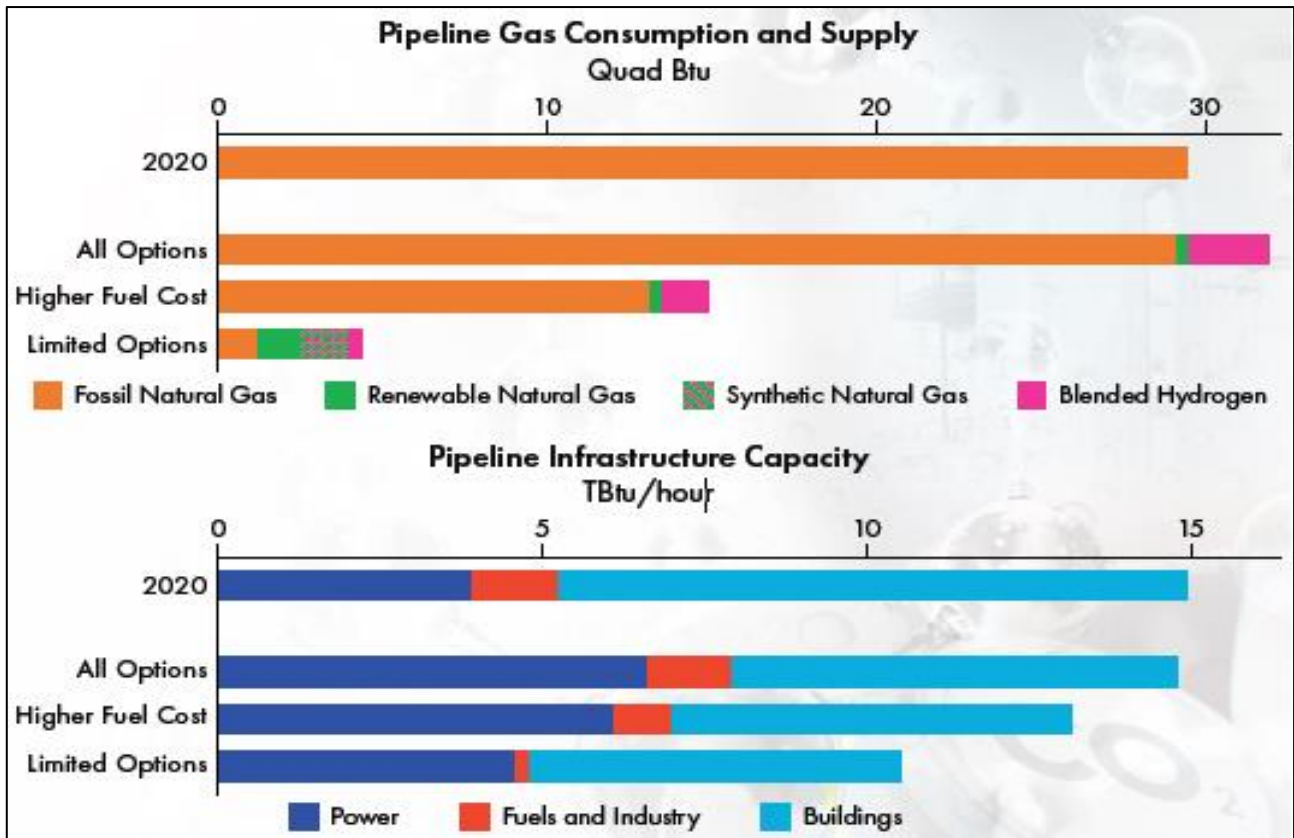


圖 6-5 分析結果之 2050 美國管道天然氣消費與輸送容量

隨著天然氣價格上漲，在燃料成本較高的情下，管道天然氣消耗量下降至 15QUADBtu 左右，約為當今水平的一半。假若沒有 CCS 選項，如有限選項情境，隨著整個經濟的排放目標接近零，再生及合成天然氣可以替代化石燃料供應，管道天然氣消耗量將減少至目前水平的 17% 左右。即使天然氣輸送量減少，管道容量需求仍然可以滿足尖峰需求。持續支持天然氣基礎設施維護與現代化投資，將能夠持續可靠地輸送天然氣以滿足能源需求高峰，同時擴大低碳燃料的使用。

### (7) 碳捕獲與封存(CCS)技術至關重要

採用 CCS 的新型燃氣電廠將成為電力事業關鍵的清潔發電機組選項，2050 年約可提供高達 33% 的發電量，並有可能提供很大比例氫氣和氨混和燃燒發電。生質能與 CCS 結合，特別是在液體燃料的生產中，可以提供經濟且高效的減碳路徑。除了 CCS 生質能之外，直接空氣捕獲與封存及自然氣候解決方案(例如：植樹造林)也提供了大氣二

氧化碳去除(CDR)的路徑。在能源系統的某些部分透過 CDR 引入負碳發電容量可以抵消直接減排相對成本較高的技術選項。CCS 和生質能源共同實現化石燃料可持續使用及低碳燃料的生產以取代化石燃料。假若 CCS 和生質能源受到限制，氫和電力可以在淨零能源的未來中發揮更重要的作用。

#### **(8) 清潔能源載體將跨產業擴張**

氫作為低碳燃料的使用將會持續增加，無論是透過燃料電池汽車或與天然氣混合供應滿足建築物的熱需求，也可透過直接用於工業製程加熱使用。如果 CCS 和 CDR 發展受到限制，氫氣和氫衍生燃料的減碳效益將顯著擴大，使清潔發電量增加約 4,000TWh，用以支持電解生產綠氫，相當於現今美國的發電總量。

生質能將成為另一種關鍵的脫碳資源；先進的纖維素生質燃料為化石燃料提供低碳替代品，並與 CCS 技術結合使用時，可提供 CDR 抵消其他碳正排放源(負碳技術)。當 CCS 與生質能有限時，氫和生物碳合成淨零燃料的價值將大幅增加。而透過氫生產的氫將會在替代能源有限的情況會被大量使用。

雖然電氣化在道路運輸脫碳方面將是關鍵的技術，但生質燃料和氫氣為特定載具燃料提供替代選擇，特別是在中型、重型和非道路運輸；清潔能源載體(例如：氫氣)是高溫製程熱(在某些產業)和非道路車輛燃料的重要低碳解決方案；在天然氣仍然是建築主要能源消費的結構及特定氣候條件下，氫與天然氣混合可以滿足建築空間供暖及其他住宅和商業用熱需求。

### **(三) 全國與金門模型討論**

本次前往 EPRI 舊金山分部的目的除了解最新 EPRI 能源經濟研究成果外，也針對今年合作的模型架構進行討論，包括 Taiwan REGEN model 參數更新以及韌性情境模擬、Taiwan REGEN model 新增運輸部門以及金門模型更新以及韌性情境模擬。

## 1. 全國 Taiwan REGEN model

與美國電力研究所 EPRI 合作，以 US REGEN 為架構，發展 Taiwan REGEN 模型。該模型有幾個特色，首先，模型同時考慮電源規劃與調度。因應負載高度與再生能源間歇性，電源規劃須納入調度概念，故本模型以小時別為分析粒度。第二，考量新興能源技術引入，本模型考量氫/氨能混專燒、燃氣/煤加裝 CCS 設備、電池儲能以及氫能儲能、需量反應等新興技術。第三，本模型考慮區域供需均衡，考量北、中、南、東之區域供需均衡，輸電方向與限制。該模型可用於分析我國至 2050 年的電力減碳情境、再生能源發展、碳費課徵情境等。

面對未來的不確定性，可能會影響到評估結果，因此本次前往 EPRI，商討離岸風力建置潛力以及歷史出力對於電力系統建置可能產生之影響，如何反應於模型進行討論。因此，今年將透過 NASA 以及相關風力數據資料，評估過去到現在的離岸風力容量因數。以下圖為例，雖然 1973 年以及 2000 年的中部地區容量因數皆接近 50%，但每小時容量因數卻差異很大，將會影響到儲能設備之建置量。

## 2. Kinmen REGEN model

金門 REGEN 模型主要針對未來電力供應低碳化策略與儲能系統需求進行評估，儲能系統需求與營運模式將取決於電力系統中再生能源裝置容量、再生能源發電模式、需求負載等因素。金門模型電力供應端包含塔山電廠(燃油機組)、夏興電廠(柴油機組)、麒麟電廠(柴油機組)、金沙風力(陸域風力)、金沙光電(台電太陽光電)及本島與烈嶼鄉的民營太陽光電。金門本島與烈嶼鄉之間為相互獨立的電力供需關係，彼此間電力供應暫無法相互支援需求。

近年來供電型態開始改變，在金門大橋完工後，金門本島與烈嶼鄉之間可以開始供電，麒麟電廠的供電量將由塔山電廠來支應，因此模型設計必須改變為有輸電線路，可以電力互通。另外，EPRI 在去年提出了 ISSP 概念，透過 P.D.C.A 概念重新思考未來電力系統評估機制，如下圖。因此，今年我們將與 EPRI 進行合作，結合金門 REGEN 模型以及 PSSE 模型，評估最是能源組合。目前考量電力系統穩定性，

我們設定塔山每小時最小出力為 8MW，避免機組無法提供電力

**ERA5 reanalysis data enables analysis of how weather variability may impact investment decisions, plant utilization, power sector emissions, etc.**

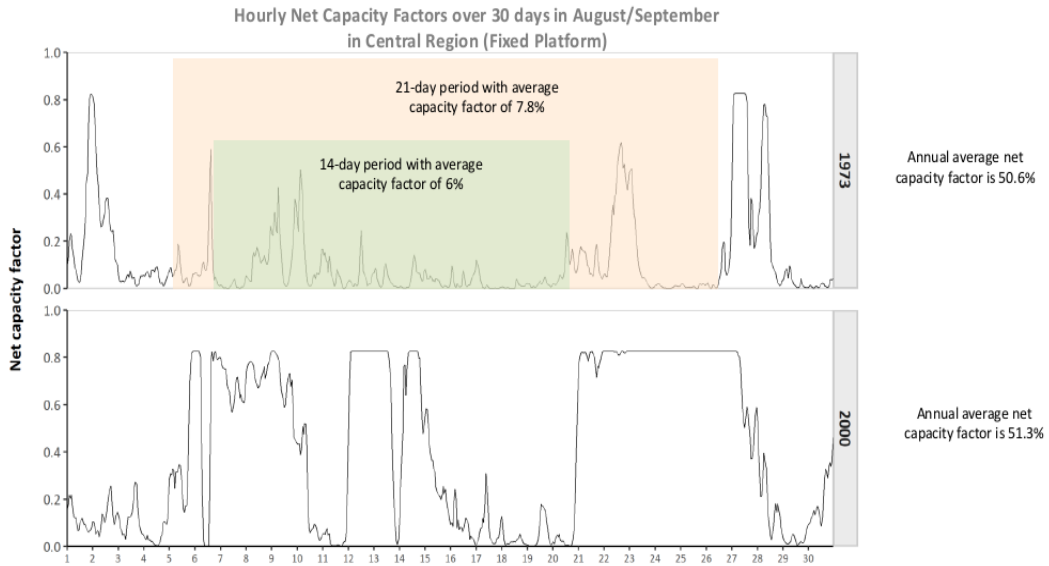


圖 6-6 歷史東部離岸風力出力值

## EPRI Views-Net zero resource integration planning mechanism

- Portfolio Key point: Resource Adequacy / Reliability / Resiliency / Cost -affordable.
- EPRI brought up **the Assessment of P.D.C.A** for future power system.

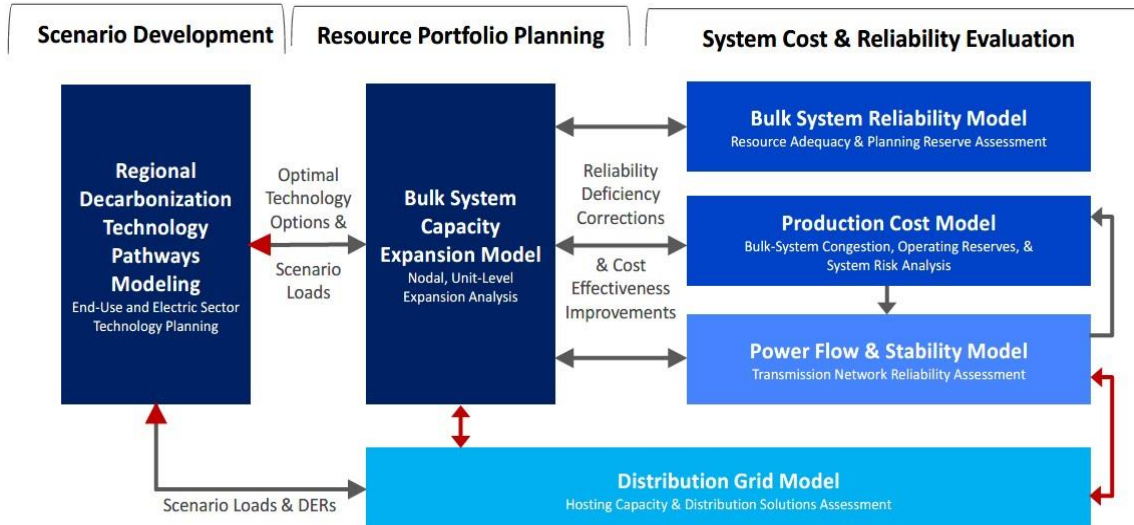


圖 6-7 ISSP 可靠度評估流程圖



## 七、心得建議

本次參訪行程相當密集，第一站是參加夏季研討會，以電業領袖的觀點研析未來的電力系統發展方向。第二站為 EPRI 輸配電實驗室，討論微電網相關議題，也近距離觀察微電網實驗室。最後分別拜訪 PXiSE 公司、SDG&E 公司以及 EPRI 舊金山分部等，相關收穫豐碩，重點會議心得如下。

### (一)夏季研討會心得

這次參訪與美國第一站的 EPRI 夏季研討會各國電力相關事業的專家就淨零碳排、電力系統的安全性及電動車普及化等議題進行交流討論。在減碳這個大前提下，各國的再生能源跟電動車的數量都大幅增加，因此本次研討會各領域的專家多次提到電力系統的韌性及可靠度是目前最重要的議題之一，且在討論到電動車及微電網相關議題時，亦有專家提出標準的重要性，要大量推廣一定要有標準讓各廠商有依循的標準，而且才能將各項商品整合。此外，與會專家在分享各項技術發展及成果時多次提到要以顧客的角度去訂定目標，這是過去我所缺乏的觀點，在規劃及執行研究計畫時，應要多以不同的角度去思考。

### (二)美國 SDG&E 參訪心得

參訪了聖地亞哥電力公司的整合測試機構，深感啟發。整合測試機構以綜觀的思維，跨足多項系統，包括控制、保護、資通訊和資安，展現了卓越的整合能力，這對於現代電網的智能管理至關重要，特別是隨著分散式能源的蓬勃發展。整合測試機構的綜合測試方法對確保電力系統的現代化和智能化發揮了關鍵作用。這次參訪讓團隊更深刻地理解到資通訊技術在電力運營、控制和保護中的關鍵作用，以確保電力系統的可靠運行和安全性。整合測試機構的工作對應對複雜的電力環境挑戰提供了寶貴的解決方案。

### (三)EPRI 輸配電實驗室參訪心得

本次參訪 EPRI 的研究機構，以更深入了解該單位之研究方向與研究目的，針對未來在執行 EPRI 計畫中，對於微電網、DERMS、ADMS、停電事件回顧與資通訊技術等可更深入的進行技術轉移與討論，未來也邀請該單位進去本所低碳微電網進行參觀，以更深入的了解彼此，另外本公司 DER

通訊協定的發展可遵循 IEEE1547-2018，先由 Sunspec Modbus，其複雜性與安全性最低，且目前大部分的設備皆有此協定，故可先用此協定進行導入，惟控制與資安需求增長，須採用複雜性與安全性中等的 IEEE Std 1815 (DNP3)，該協定本公司多用於 SCADA 系統，EPRI 專業人員未來則建議我們可朝向 IEEE Std 2030.5 (SEP2)進行研究與導入，SEP2 它可在任何支援 IP 的實體層上運行，例如 Wi-Fi、ZigBee IP、Thread、藍牙、HomePlug PLC 和乙太網路，其訊息複雜度與安全性較高，較適用於未來多項 DER 之應用訊息傳遞，也較符合 IEEE 1547-2018 未來之發展。

#### (四)EPRI 舊金山分部參訪心得

本次拜訪 EPRI 舊金山分部，針對美國與我國淨零相關議題以及模型未來發展進行交流，EPRI 也分享美國 2030 年以及 2050 年淨零目標的觀點以及策略。首先，EPRI 建議及早為 2030 年後的新低碳資源做好準備。2030 年是達到脫碳很重要的關鍵年，除大量布建已成熟之減碳技術，低碳氫、新世代核能、碳捕集、利用與儲存技術，以及其他可能對實現 2050 年淨零排放的技術研發、部署和投資，需同時推動。再者，透過轉型加強電力系統的可靠性和韌性。針對既有化石燃料裝置容量退役、多變且有限的能源供應資源的增加，以及終端用品的電氣化等議題，對資源充足性、可靠性、穩定性和韌性需有更詳盡的分析，可參考 ISSP(Integrated Strategic System Planning Initiative, ISSP)機制來進行電力系統評估。最後，淨零能源結構將整合現有和新興資源及基礎設施。資源選擇、技術發展到位的變化及電力傳輸或天然氣管道開發的限制可能會對淨零的道路產生重大影響。因此，必須解決新興技術的後勤挑戰，包括：大規模擴大再生能源發電和清潔氫氣生產。並從建立可靠的供應鏈到大規模設施選址，進而調整能源市場結構，並改變基礎設施資產的利用率，從而減輕環境影響。

附錄 A 會議照片



夏季研討會



夏季研討會



夏季研討會



PXiSE 公司



SDG&E 公司



EPRI 輸配電實驗室



SDG&E 公司



EPRI 舊金山分部

## 附錄 B 夏季研討會





## 2023 EPRI 夏季研討會會議文字稿

### (目錄)

開幕/第一場小組討論：清潔能源的旅程還在持續 .....	74
第二場小組討論：全球能源轉型 .....	85
第三場小組討論：電力系統充足性和安全性 .....	95
CHAUNCEY CHATS：能源轉型規劃 .....	95
CHAUNCEY CHATS：變革性顛覆事件 .....	96
第四場小組討論：提高用戶靈活性 .....	107
CHAUNCEY CHATS：確保輸配電資產安全 .....	107
第五場小組討論：下一個能源安全挑戰，材料供應鏈 .....	122
第 1 場：供應鏈能否支持安全的能源轉型？ .....	122
CHAUNCEY CHATS：全球創新 .....	126
第 2 場：整備和保護未來勞動力的新方法 .....	127
第六場小組討論：全球防務，提高任務準備狀態 .....	137
第七場小組討論：電氣化：預測系統性風險和複合風險 .....	143
CHAUNCEY CHATS：家庭靈活供暖 .....	143
CHAUNCEY CHATS：2025 年交付 100 萬輛電動車 .....	143
第八場小組討論：區域性集群，擴大規模、分享知識並讓所有人受益 .....	153
閉幕討論：引領能源轉型 .....	161

## 開幕/第一場小組討論：清潔能源的旅程還在持續

### 面對不斷變化的風險與不確定性

主持人：

PGE 總裁/執行長暨 EPRI 董事會主席 Maria Pope

EPRI 總裁/執行長 Arshad Mansoor

與會小組成員：

美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 首席科學官 Sarah Kapnick

美國海軍退役少將/克拉克建築集團分部總裁 John Korka

白宮國家氣候顧問 Ali Zaidi

司儀

1:05

歡迎波特蘭通用電氣公司總裁執行長暨 EPRI 董事會主席 Maria Pope。

Maria

1:21

早安，歡迎各位，觀眾席中有許多老面孔，在能源產業擁有豐富的經驗。毫無疑問，這幾天應該會很美好，歡迎大家參加每屆夏季研討會。今日的能源產業正處於轉折點，眾所皆知，未來幾年對清潔能源轉型實現所有氣候目標非常重要，將重度仰賴科學、工程、研究和技術。

1972 年來，EPRI 是業界最重要的研發組織、真正的領導者。EPRI 在危機中誕生，1965 年，美國東北停電，3000 萬人在黑暗中生活，接著 EPRI 成立，過去 50 年的發展受人矚目。當時的世界產業如果已然複雜，那毫無疑問地，今日的世界肯定更複雜和更具挑戰。面對氣候變遷帶來的立即威脅，科學已證實，尤其是海灣和南部地區，面臨前所未有的颶風，住西部的人更是見識了各種野火。

眾所皆知，今年夏天非常炎熱，從美國、歐洲、中國乃至全世界皆創下高溫紀錄，減碳、導入清潔能源、提高可靠性、解決負擔能力以及實現新韌性勢在必行。

全世界面對網絡安全和實體威脅等的現代問題，已取得重大進展，如今有超過 40% 的電力來自乾淨的資源。過去 10 年，60% 的新一代發電來自風能和太陽能，如今碳排量與 1984 年一樣低。

但還是有很多工作要做，用戶的能源消耗正在快速成長，過去 40 年就成長了 73%，到 2030 年，電動車預計會占一半汽車銷量，光是我的家鄉奧勒岡，每 6 台汽車就有 1 輛是電動車。能源產業推動數位半導體產業不斷進步，成長幅度是毫無疑問的。

英特爾光是奧勒岡，每年就創造 1000 項專利，NVIDIA 和奧勒岡州正合作成立半導體超級電腦研發創新中心，而 Analog Devices 上週才宣布一筆 10 億美元投資，在哥倫比亞河沿岸成立一家 Ribbon 公司，跟維吉尼亞州的非常相似，資料中心、雲端電腦、超大規模供應商成長驚人，更重要的是，電力需求很巨大，展望未來，我們在 AI 和機器學習方面才剛剛萌芽。

美國生產製造業的電力需求將繼續成長，不變的是安全、可靠、韌性、負擔得起的清潔能源，工作節奏和規模等方面都讓人想起 120-130 年前，第一次為國家實現電氣化的情景，我們要以科學技術重現電氣化，在未來幾天，我們要一起踏上世界清潔能源安全的旅程。

EPRI 以科學、事實和資料位於領導地位，無論是先進核能、輸配電技術、電池、儲能、氫能、野火、韌性、電動車還是其他數位科技，EPRI 永遠走在最前面，成功就是從這裡開始的。至此，很榮幸地向各位介紹 Arshad Mansoor，讓 EPRI 出名的人，在他的領導下，EPRI 發起多項重要倡議，包括 LCRI、低碳研究計劃和氣候就緒、資源適足倡議，以及今天上午才剛宣布的 EVs2Scale2030 倡議。EPRI 和的 Arshad 帶了數十年的核心研究，讓整個能源產業受益，未來也將繼續研究下去，歡迎 Arshad。

Arshad  
09:31

熱烈歡迎大家來，等各位回到組織、回到利害關係人，團隊將繼續運作，去年夏季研討會時也是如此，團隊已做好應對氣候變遷的準備，大家回去就是世上最大規模的合作，為未來的氣候做好準備，不只跟能源公司、NOAA、NERC、國家實驗室、大學，合作之後，我們要一起解決非常困難的能源安全問題。

如何定義能源安全？50 年前就有石油價格了，了解今日的能源安全能做什麼？今天看到悲劇不斷發生，烏俄戰爭尚未停歇，再次凸顯能源安全的重要性。去年 12 月，大家都以為歐洲會缺電，結果沒有，只是燈亮了，價格卻飆了，遠遠超過中低收入戶所能負擔，遠遠超過工業生產所能負擔。

其中一個主題是能源安全，務必要考慮負擔能力，尤其要讓中低收入戶能使用電力，這是廣義的能源安全。我反對一位著名哲學家的觀點，他說，「預測之所以困難，在於我們無法掌握未來。」美國以外的人可能不認識尤吉貝拉 (Yogi Berra)，他是很著名的哲學家。我反對，我們要預測，因為當今另一位著名哲學家已經做了預測，他不願透露姓名，姑且稱他為 X 先生吧，我們在咖啡店遇到，他說電力需求將成長 3-4 倍。上個月在佩德羅碰面時，他說我們完全低估電力的成長，看看問題的需求端，如果只從需求端開始，Maria 有提過需求端的變化，這已經討論很久了，它有在動。

1996 年就討論過 EV 了，通用汽車的 EV1，三、四年後有一部紀錄片《誰消滅了電動車？》，但現在電動車占美國銷量的 7%，三年前只占 2%，全球熱泵占 14%，去年熱泵的銷售量首次超越天然氣。昨天聽說 EV2Scale 公布的消息，團隊不會結束，但會從 EV2Scale 開始，如果你不知道 EV2Scale 是什麼，去問 Maria，去問 Patty Poppy，去問 Barry Potter，它會是一項了不起的倡議，因為團隊要充電。

需求正在變化，產業變化通常會持續 25-30 年，之前的成長缺乏力道，才 2%、5%，情況已經變了，而且變得很快。Maria 剛才有說，本週將有一篇論文會發表，請記得拿去跟所有利害關係人交流，LinkedIn 上也會有。30 年來，美國的電力需求一直穩步下降。EPRI 在 AI、資料中心、岸電需求、電視、電池、能源燃氣終端看到非常強烈的需求訊號，顯示趨勢要變了。要了解需求端趨勢，必須觀察供應端的變化。如今，美國風能和太陽能的發電量達到 220 GW，我們認為，美國發電量將在 2020 到 2035 年間增加 3-4 倍，各式發電機組的重大轉型，無論如何都會發生。

現況對既有系統造成什麼影響？你會先想到鴨子曲線，基本上鴨子曲線是指，陽光燦爛時，你需要發電，其他形式的發電量較低。我們自以為能解決，然後你看兩個月前加州的負載曲線，白天陽光非常充足，幾乎到達谷底，所以叫他鴨子谷 (Duck the Canyon)。然後 PJM 一個半月前提出了一份報告，PJM 表示到 2030、2035 年，最壞情況可能是每小時 20 GW，PJM 的谷底是 70GW，這個數字不可小覷，要牢記在心。Maria 談到產業成功經驗，那不是往下個階

段能借鏡的經驗。需求成長指的不是電力成長，需求成長指的是靈活性的成長，需求成長是資源調度，要能大幅增加資源。

過去 15-20 年來大家一直在講時代不同了，時代真的變了，急迫感隨之而來。如今，天然氣扮演舉足輕重的角色，可以帶來更多的風能和太陽能，要多久才能完成天然氣和煤炭的基本負載發電，然後對其進行清潔？回顧歷史，美國何時擁有 104 台或 101 台核電機組？1958 年，第一座發電廠，安大略省的皮克林電廠，大部分電廠都是 7-80 年代蓋的，花了 20 年時間。再看煤炭，從顏色看，橘色是從開始到 25% 所花的時間，黃色是加速時期，知道怎麼蓋做之後蓋了第一座，然後蓋第二座，然後就結束了。

就算積極打造這個計畫，也要 15 年的時間。什麼時候才能有第一座小型模組化反應爐（SMR），靈活性跟潔淨發電是令人讚嘆的科技。如果一切都積極進行，到 2030 年，就會有可以商轉的 SMR，但那是 2030 年。2030、2045 年之後的 15 年呢？什麼時候天然氣+CCS 才能商轉？

如果你很積極，可能 2030 年會達成，如果在 2030 年達成，2045 年就要非常積極部署，何時才能經營三菱或通用電氣的重型碳氫，100% 氫和氫能基礎建設可能在 2035 年就緒。因此，我們要仔細思考眼下做法，大家聽到關於氣候的事情，NOAA 的首席科學家在這裡，她是去年啟動的氣候議題的催化劑。大家都知道費城華氏 110 度以上 31 天，7 月 3 日是歷史上地球上最熱的一天，我們記錄溫度已經記錄很長時間。不只是美國，乃至於全世界，這只是全球高溫事件的一小部分，強降雨導致洪災，三禮拜前美國佛蒙特發生的百年大洪水。

看全世界，從 1940 年一路到 1945 年的趨勢，向下的藍色柱狀顯示寒冷季節發生的寒冷事件，紅色柱狀是高溫事件。全世界的狀況是什麼？高溫事件比較多，極凍事件比較少。聽起來就像才有 Yuri，馬上又有冬季暴風 Elliott，這是科學家說的，所以要關注需求、關注供給、關注氣候，必須要有預報雷達，因為很多事情都在發生變化。

1973 年的環境的重點是石油，烏克蘭的重點是天然氣，未來的重點是礦物，我們正在從富含燃料的能源系統轉向富含礦物的能源系統。你的汽車有 20 加侖汽油，我的電動車有 20 磅的鋰和煤，所以我們必須搞清楚，不是現在，但會對我們造成衝擊。過去兩年，美國實體安全事件數量顯著增加，Maria 提到的絕佳機會來了，說的就是 AI、ChatGPT、自然語言處理等會改變我們工作的方式，雖然還在早期階段，挑戰卻也不少，安全的挑戰，網絡安全將發展出新的層面，聽聽看這個音檔。

Video 20:38 大家好，歡迎參加 EPRI 夏季研討會，很高興能夠為 2023 年研討會開場，麻煩下一張投影片。

Arshad 20:47 這是學校學生拿了我兩小時音檔所做了 AI Arshad，真的，有些公司就會模擬你的聲音，如果語音檔用到 20 小時，準確率是 100%，各位執行長都會做語音通話，我光是網絡上就能得到 100 小時語音檔。你必須開始做文字釣魚，你必須開始做語音釣魚，你必須開始做影片釣魚，因為我們做電子郵件釣魚已經很長一段時間，這是新挑戰，該如何面對所有挑戰呢？

對基礎建設的需求如此迫切，負載在成長，工業在復甦，你必須為極端氣候做好準備，必須投資網路安全，但那些不是處理問題的唯一方法。必須確保能源是負擔得起的，至少讓支付能力最弱的人負擔得起，去看中低收入戶的資



料，美國有 44% 的家庭是中低收入戶。

我呼籲要採取行動，討論能做哪些改變，深入探討，你必須開始蓋基礎建設，這就是你的入場券，你很可能需要更多天然氣，未來 5-10 年需要更多天然氣。必須在創新上加倍努力，這也是入場券，但你必須投資在客戶資源上。

各位看到的鴨子曲線和峽谷曲線，2030 年可能要 100GW 的電池，我們已經從 5 GW 成長到 10 GW，再從 10 GW 成長到 20 GW，不要只做大電池，要把大電池分成小電池，做在家裡、社區裡。創造微電網，創造韌性資源，不要只關注能源效率，我們開始做 60 億美元的低收入氣候適應計劃，將能源效率與可調度的靈活負載、智慧熱泵、智慧水網結合起來。

像去年，在最冷的時候停電，如果你住在田納西州或北卡羅來納州，就不用跟著分區輪流停電，只要用熱泵，就只會停電一小時半小時。如果你不改變想法，要這麼做就必須改變電網，你必須改變配電網，讓它看起來像輸電，兩者必須整合，需要無處不在的通訊，能容納數百萬個端點、EV2Scale、電動車、熱泵等會變成靈活性的資源，會變成韌性資源。

那中低收入戶又會如何？家裡的隔熱效果更好了，有一台高效熱泵，帳單或電費降低了。最後要說，引領我們走到這裡的技術，無法帶領我們邁向未來，急迫性是存在的。

市場與法規運作的方式必須改變，市場不能只重視能源，還要重視靈活度。法規不能只針對電、天然氣，還必須針對總體能源費用。支付美元裝滿油箱，這就是能源成本，要考慮電力成本、天然氣成本、汽油成本。只要我們共同努力，聚焦重點，除了基礎建設之外，還會透過 EV2Scale、智慧熱泵、建築保暖來減少 43% 家庭（即 5000 萬）的能源費用，其中 600 萬戶是可活動房屋，1800 萬戶是多戶住宅。我們要降低能源費用、完成清潔能源轉型、提高能源安全。

根據上述議題，Maria 已經準備好第一場小組討論，真的很感謝大家提出想法，因為這是大家要共同努力來解決的問題。Maria。

Maria 25:08 感謝 Arshad。接下來介紹白宮國家氣候顧問 Ali Zaidi，他會告訴我們許多挑戰，以及現任政府所制定的扶持計劃，他是拜登總統的長期顧問，在歐巴馬政府和紐約州也曾經服務過。毫無疑問，《減少通貨膨脹法案》、《就業投資法案》甚至是《晶片與科學法案》等全面立法正在改變遊戲規則。Ali 同時也是 EPA 的 111D 法規討論的中心人物。毫無疑問，透過 EPRI 以科學技術為先導，更快部署擴大規模，將不可能變可能，實現整體目標，有請 Ali。

Ali Zaidi 26:38 很高興能跟過去幾十年來，定義脫碳可能性的產業一起討論。我們經常討論氣候變遷，好像在討論興衰的故事。我們看到天空變成橘色，吸入數百英里外燃燒的野火產生的煙霧，西部地區發生嚴重乾旱。對，如果觀察夠仔細，會看到極大的機會，這是生產經濟所需能源的機會，既不會造成天空污染，又能增強能源安全，幫助多數弱勢美國人有機會進入中產階級，這個部門定義了這方面的可能性。

Maria 在前面開場時有談到，過去幾十年，我們在電力部門看到的大規模脫碳，確實是其他經濟的標竿。我記得拜登政府轉型期間與電力產業的領導人會面時很多人說，我們已經承擔了很多負載，要不要叫其他經濟部門也出點力？

今天俄亥俄州用電製造拖拉機，也有人用電製造鋼鐵，工業部門正在脫碳，

將車型數量增加了一倍，高速公路沿線的充電站數量增加一倍，電動車的數量增加兩倍，軌跡看起來像曲棍球棒。不只是執勤車輛，在其他模式也看到了。

最近去印度人進行一次國事訪問，其中一個重要的話題是如何廣泛實現鐵路電氣化，以及如何看待電力和利用燃料的機會，因為海員正在捕捉吹過德州的風，並將其轉化成能為船隻提供動力的燃料。不得了的機會，電力確實貫穿了每一條脫碳路徑。

我要藉機回應剛剛的討論，因為參與對話很重要。Arshad 剛才說，「按照今日的技術，是無法將我們帶向明天的。」這個觀點非常有力，所以 Arshad 給了我們記分板。我相信你們很多人都有記下第一次投球後發生的事情，還有第二次投球需要多久等等。你們挑戰了海上風力，那是我們第一次看到電力，我們都記得看到了試點規模電廠的第一批電力，今年我們會在商業規模電廠獲得第一批電力，今年正在建設大型商業技術電廠。

各位幫助我們立足，最重要的就是這幾年，美國從零開始的工業，將為美國提供大量的商業力量，用某種方式達成，涉及所有礦物和關鍵材料，還有安全部分的討論，有了這些，你為產業委託建造了 18 艘船舶。

你們幫助每一個州建立供應鏈，我要求團隊找出到今年年底，三個不會具備離岸風電供應鏈的州，我們會去拜訪他們，弄清楚怎麼做。這種轉變是絕對的，我看過一個產業說，一看到海岸線有機會，馬上去追，把投資投向英國人。

對了，我們不會去跟聯邦政府說要建立合作夥伴關係，你當然需要合作夥伴關係，獲得長達十多年的稅收減免，提供確定性，這是必要的。當然美國也有投資獎勵措施。

聽了很多人的意見，我們打算把電接到曾是能源資產的地方，我們應該從中獲益，我們要振興社區，社區會因為接電獲得 10% 的獎金，而我們正在投資的輸電系統，對所有電力的利用是必要的，透過 45X 稅收減免降低美國製造成本的風險。工作還沒有完成，我們會繼續與業界密切合作，共同創造巨大商機。但這個例子很好，說明了共同努力，辨識挑戰和風險，就能更快實現。

調查其他機會，現在是氫能，美國正在轉型，電解槽的成本、產氫資本支出在過去 10、15 年下降約 90%，差異在於用哪一個市場評估。多虧 45X 稅收減免。像康明斯 (Cummins)，我跟他們執行長談過，他們正要投資美國製氫能力，除了降低製氫相關資本支出的成本，在當地製氫還能獲得 45B 的生產稅收減免。

根據法規，如果用氫生產潔淨電力，就會有額外的動力去做，因為氫能紅渦輪機是美國商業市場基線的一部分，你們有很多人在追逐這個機會。45B 生產稅收減免確實是工業界想要的，政府正在做，目的是實現需要的轉型。

不只是電力部門，我想一個令人興奮的轉型，是重工業和重型運輸業，我們在碳捕獲也看到同樣轉變。這部分我很同意，我們已經投了第一球、第二球，但距離還很遠。因為 45Q 稅收減免，我想 CCS 稅收減免在美國沒有先例，為碳封存提供每噸 85 美元的稅收減免，讓我們真的進入從 2009 年以來就共同建構的生態系統，當時聯邦政府斥資 60 億美元開發碳捕獲商業生態系統。現在正好可以利用，在 SMR 方面，絕對要共同努力，來加快進度，回應 Maria 的觀點就是，法規機構也必須參與。

NRC 的重要角色是確保盡快駕馭技術，不過我還是把這部分交給你們吧，

放眼全國，有很多地方的能源產業轉型都落後了。2023 年的這一刻，不但每個人都不會被落下，反而是每個人取得領先的時刻。我想到新墨西哥州，那裡一座舊燃煤電廠正在用氫氣做燃料補充，我想到懷俄明州，那裡一座舊燃煤電廠將變成先進反應堆的場址。我們幾週前在印第安納州，接管了一座舊燃煤電廠，布建 250 MW 的電池儲能，我們正在為這些跟不上人家的技術創造需求，棕地閒置被關閉，經濟崩潰。你去明尼蘇達州，我不知道這裡遇到什麼問題，但他們在用以前的燃煤電廠做電池，或者很快會做電池，西維吉尼亞州一個古老的鋼鐵小鎮正在做電池。

這是削減成本、提高能源安全、建立絕佳領導力的絕佳機會，不只是創新，雖然在場的都是創新族群，但不只創新，而是要在創新工作同時提升美國人民。身為政府，我們承諾透過稅法、生產稅收減免、投資稅收減免、45B、Q、X，隨便你選擇哪一個字母都可以，或者是要透過法規機構，抓住機會更快建立輸電系統，或透過美國魚類及野生動物管理局（Fish and Wildlife）取得離岸風電許可證，或者透過美國環保局（EPA）制定逐步減少碳排放的規則，我們都是各位的合作夥伴，也將視各位為合作夥伴。

我們對未來抱持樂觀態度，不是因為氣候科學，我想你們會深入研究它有多糟糕，不是因為那個，而是因為我們有解決方案，有合作夥伴可以解決這個問題，很榮幸能參與一起討論，非常感謝。

Maria 39:12 謝謝 Ali。下一位與談人是 Sarah。去年，你們很多人收到了她的信，但過去 12 個月發生很多事。她是國家海洋大氣管理局（NOAA）的科學長。後續還有美國退役海軍少將，兼任 Clark 建築集團部門總裁 John Korka 發言。提醒各位，你們可以使用桌子上的 QR code 傳送問題，問題會在最後回答，歡迎使用桌上的麥克風。謝謝。

Sarah 40:13 針對去年發生的一切，眼前所見以及實際上導致世界各地極端氣候的原因，誰能提供最新情況？今年夏天在世界各地看到的極端氣候，是因為聖嬰現象持續發展的關係。我們宣布聖嬰現象仍會持續發展，預計這一次的聖嬰現象會很強烈，超過 80% 的機會介於中間值，50% 會很嚴重，20% 會跟 1997-98 年一樣嚴重。

極端事件出現，美國炎熱天氣以及佛羅里達州和墨西哥灣沿岸地區也出現了高溫海水。佛羅里達群島和邁阿密附近的氣溫達華氏 100 度，溫暖的海水讓空氣保持溫暖，所以才在全國看到極端高溫。

Maria 41:26 我可以分享奧勒岡州和太平洋西北地區的近況，遭遇 84 年來最乾燥的天氣，再看看亞利桑那州，我看到 Jeff Goldner 在點頭，極端溫度，他們西南部沙漠見識過，足以說明當時的壓力。Edward Korka，你在海軍生涯曾執行多次旗幟任務。我 2022 年退休，擔任美國海軍總工程師兼海軍設施工程系統司令部民事指揮官。你能否從安全的角度談談你所看到的情況，氣候變遷和電氣化如何影響你的想法？

Edward 42:16 是，我會退一步檢視布魯克林的風險，檢視風險就會檢視國家安全目標規劃。此刻，我們評估了自己的威脅就是中國。現實是今日的中國有意圖改變國際格局，不只是意圖，中國的經濟、外交、技術和軍事都有這方面需求。看到這一點不禁讓人擔憂，在美國很多倡議都是為了把工業基礎帶回美國。

疫情期間，我們看到今天討論的影響，你提到供應鏈中斷，把工業基礎帶回國就是那時候開始的，如果沒有提倡清潔能源，沒有意識到可以為國家安全、

責任、韌性和依賴性帶來價值，就不可能辦得到。一個都不能少，好嗎？人們可以爭論影響因素的真偽，但現實就擺在眼前，為了國家安全，我們認真看待這件事。

Maria 44:03 謝謝。你談到了目前所看到的嚴峻形勢—聖嬰現象。有關聖嬰現象，未來幾十年可以期待什麼？

Sarah 44:12 未來幾十年，只要二氧化碳持續排入大氣層，就會持續看到這類極端事件的嚴重性和可能性，這是可預期的，不是因為悲觀才這麼說。想到極度高溫就讓人害怕，但了解未來會怎麼樣，這個力量是很大的。

有一個笑話是在說我們有沒有做預測，因為聖嬰現象可以預測明年會發生什麼事。我們非常確定全美各地的天氣會變暖，會出現極端氣候，繼續變暖，更多強降雨事件，更多乾旱。然而，有這些資訊之後，不就可以制定計劃了嗎？

你們很擅長為極端氣候條件制定計劃，所以你們不但可以取得資訊應用在行動之中，還可以為長期投資規劃做出回應。重要的是，我們知道變化正在發生，但有很多措施來面對變化，你們有能源安全的經營能力，面對災難時，復原能力會快很多。

因為如此，我想對保險市場的情況發表評論。我們現在與保險業密切合作，傳遞他們需要的資訊以便了解暴露的風險與現況，理解保險後得出的結果是極端的。有很多研究都關注未來 10-20 年的情況，比如如何因應極端氣候然後投資，還有新興觀點認為，你應該檢查基礎建設、資產，了解哪裡最脆弱，這裡會停電嗎？會有颶風來橫掃這個地區嗎？

這些狀況對電網會產生什麼影響？哪些是災難性的？然後去了解該怎麼量化風險，可能會怎麼樣，然後面對處理，這跟網路安全非常相似。要檢視最脆弱的關鍵點在哪裡，然後強化該處的韌性。我們看到這種新興保險部門出現，保險業正在爭論承保範圍以及該如何多樣化，或者保險業必須因應極端事件而改變，各位的產業也應該思考這方面的問題。

Maria 46:40 謝謝，這很有趣。

保險業是一個跟互助機構合作很多的產業，在各個領域建立了許多互助機構。但現在看到我們的客戶，尤其是在加州的，受到保險業的影響，或者未來承保範圍不足的影響，這真的很有見解。轉向網路實體威脅時，上將，我們已經看到產業受到影響，作為關鍵基礎建設的營運商，你有什麼建議？

Admiral 47:16 好，是時候改善了，我還沒想過，不過去年我在北加州和矽谷跟 IT 公司的資深人士聊過，他們非常興奮，他們評論說，有 90% 應該連接的東西還沒有連接，然後你談到如何改善基礎建設，好，有大量資金正投入基礎建設，部分基礎建設是電網、現代化設施和相關的控制系統。

所有東西都能接上電網，智慧電視、冰箱，這全部都是漏洞，容易被壞人利用，不管是勒索軟體、間諜活動或實體攻擊，我們已經見識過，必須知道它們確實存在，雖然無法防禦，但是可以有所反應。

我對營運商的建議是對員工進行投資，不能只做一次訓練就妥協，不要假設他們不會要求重新訓練，要維持一種隨時反應的狀態。因為我們相信威脅只會越來越多，隨著電網系統效率和有效性提高，漏洞就越來越多，壞人越來越多，必須確保員工接受訓練、準備和保護，所以越是寶貴的資產越要加強訓練。



- Maria  
49:26  
要不要也對實體安全看到的情況稍微發表評論？
- Admiral  
49:31  
是，你所謂的實體應該沒有了，大部分攻擊都在網路世界，你是在討論實體網路攻擊嗎？多數時候不要回應，只要觀察，因為一旦你暴露自己，他們就知道你在虛擬空間看，虛擬世界本身就是一個戰場。對實體資產，你會看到人們故意將其關閉。這樣很好，因為外面存在極大風險。
- Maria  
50:13  
謝謝。好，輪到觀眾問問題，有沒有問題或已經提交的問題。
- Audience  
50:31  
很高興又見到你。你是否有研究五大湖系統？五大湖將如何影響整個美國中部和加拿大的天氣狀況？
- Sarah  
50:44  
是，有大量的研究在五大湖進行，最重要的就是對區域之內以及其他模糊區域的有害藻類提前進行預測。因為發現在溫暖的水溫，會讓有害藻類大量繁殖，因而影響你使用水的品質、飲用水，還有那種水如果呼吸進入體內，連來自該水的空氣都可以殺人，這方面的研究很多。
- 目前還有很多研究正在做，為了了解五大湖水位的變化，大多數人想到氣候變遷或海平面上升時會想到海岸，但五大湖水位也會影響你附近的資產。最初的想法是氣候變遷導致水位下降至五大湖，但我們看到水位回升，看到藻類在生長，那是因為湖冰變化會導致沉積物位置變化。
- 由於去年五大湖冰面不同，今年夏天船隻變多，船隻在五大湖地區擱淺，因此，在邊際轉移東西時，資產就會出現問題。它在五大湖地區造成了嚴重的連鎖問題，有很多工作要做，去理解，去改進，因為對基礎建設的需求，駁船必須移動，不能讓船隻停駐堵塞五大湖。
- Maria  
52:15  
謝謝。後面的人提問。
- Audience  
52:18  
是，NOAA 針對極端氣候事件不斷變化的性質正在採取哪些措施？我聽說了很多關於佛羅里達州熱浪的事情，但我的理解是衝浪者也經歷水溫極大的變化。
- 有一天天氣會非常熱，然後第二天就會像秋天或類似的情況。同樣，對強降雨事件來說，大鋒面似乎不再是造成洪水的原因，你們對此了解多少？
- Sarah  
52:54  
所有研究都在努力理解，努力解釋，隨著氣候變遷，大氣溫暖，大氣中包含更多水氣，這是熱動力學。空氣中存在更多的水，就必須流向某個地方，從天降下溫暖的雨，這是對強降雨的簡單解釋，但也解釋了天氣模式的變化。
- 看到美國中部的惡劣天氣區域也在進一步向東部擴展，而我們才剛開始從氣候訊號樣本檢測到這一點。我們看到這個運動，現在的極端氣候還附帶龍捲風、強烈風暴。我們同時看到，就像你對颶風的評論，自從颶風沿著水域襲來，颶風發生的又快又密集。
- 通常進入聖嬰年，大西洋風暴會減少，但現在的水溫非常高，聖嬰現象還沒有出現這種先例，在海岸周圍出現了極端的海洋乾草波，曾有過這樣的情況。風暴平均數量的預期，但也要警告，如果在美國遇到風暴接近，有可能會迅速增強，可能近距離獲得所有熱能，這是值得關注的事情。目前進展很慢，但現在橫跨大西洋的沙塵暴會抑制颶風。但在夏季後期確實高溫，東海岸確實做好

了準備，因為可能會遇到非常炎熱的風暴。

Maria 54:30 東海岸已經出現嚴重的風暴，對生活在大氣河流中的人來說，這確實是一個非常不同水準的降雨和強降雨。另外一個問題，我聽到更多關於海洋中的魚類向北遷徙以尋找更涼爽的水域的資訊，聽起來好像發生了重大轉變、乾旱問題和極端炎熱，這可能是一場完美風暴。所有極端氣候快構成威脅了，沒有水，沒有電，是否有人在監控？

Sarah 55:03 是，這不再是單一機構的事情了，工作要跨機構開展，才能解決了許多問題，例如主食轉變。我正在跟國務院糧食安全負責人密切合作，了解目前全球正在發生的聖嬰現象、乾旱、酷熱、強降雨，以及缺水缺電下全球糧食該如何因應。

這點之前已經討論過，它改變了預期的平均條件。美國東岸太多水，西岸太乾，但太多水不表示東海岸不會有突發乾旱或多月乾旱，不會對西岸蓋的水力發電廠造成影響。我們都有在監控實體資訊，但隨後正在與的機構合作夥伴合作針對衝擊的意義行研究。

我們用投入 IRA 資金 8000 萬美元到產業試驗場，NOAA 正在努力與產業合作，以產生所需的資料，建立這個系統是為了能夠共同開發在並行情況下做出此類決策所需的關鍵資訊。對使用太陽能的人來說，一個重要的例子是冰雹產品，其中包含有關冰雹以及冰雹在全美各地如何變化的更多資訊。

如果你在有冰雹的地方擁有太陽能發電廠，你可能會看到保險費上漲，因為其中幾個地區發生較大的冰雹風暴，導致巨大成本。

Maria 56:39 謝謝。John，問你一個網路威脅的問題，尤其是讓駭客難以滲透的系統。如何看待國家駭客以及美國境內駭客的攻擊狀況？

John 56:58 是，謝謝提問，我不知道是否可以對網路做出任何假設，可以為網路犯罪分子的攻擊做些什麼，我只能告訴你如何經營安全的環境及該做的事情，對此我能說有限。但我可以說，今天經營的數位領域，對我來說等同於社交媒體，我不相信有法律和命令能適當處理人們在數位空間做的事情。

當談到州層級的駭客時，這是非常嚴重的事情，你如何回應，以及對那些只想做破壞運轉的人來說，後果是什麼。據我了解，美國的很多人這樣做只是為了製造混亂，但問題是如何對想做些事情的人宣傳這麼做之後的下場。

從法律法規的角度來看，在州層級保持一致，讓進入系統的人確定理解會產生什麼後果，應該從這裡開始，了解可能產生的後果。

Maria 58:41 謝謝。還有其他問題嗎？

Audience 58:44 一個問題請教 Sarah，前面你聊到糧食安全我很感興趣，我的問題是很多討論都是關於地表水運動、湖泊等，那你對地下水有何看法嗎？有很多人在研究尖峰負載發電廠利用地下水來冷卻。

你對氣候有什麼看法？氣候模式會影響地下水探勘嗎？

Sarah 59:11 是，我們 3 月與美國農業部和全美各地的所有水管理部門成立了一個小組，討論未來乾旱、未來水供應的情況，因為美國有很多假設，尤其是大用戶多半在美國西部，70%用於農業，地下水永遠在那裡。然後慢慢開始看到全國各地的地下水都已經耗盡，只有加州和亞利桑那州同時管理地下水與地表水，

透過這項管理工作可以了解地表水的未來，也知道如何提前預測，努力做更好的規劃，跟加州密切合作。如果你知道今年冬天會像去年夏天一樣潮濕，你就要幫忙地區制定地下水補給計劃，有很多地下水補給的相關科學知識。

州級法規開始帶來更多聯邦層級的需求，要求提供更多高階水極端資訊的服務，讓他們也能進行地下水補給。這也帶來很多討論，很多技術圍繞在如何有效回收水資源並創造閉環系統，避免大量水資源從其他地方流失。這會成為焦點，隨著乾旱變嚴重，有很多技術在國際討論分享，還有我們產出的科學，有很多類似這種封閉系統的工作釋出，努力最有效利用水。人們非常感興趣，值得關注。

Maria 1:00:59 這個問題很重要，西方許多立法，今年部分資金的部署，很多是用在地下水研究。

再問一個問題，提到保險風險，這可能也是西方人的心聲。氣候訴訟，能不能談談隨著氣候歸因科學的進步，產業有哪些風險提高了？討論保險也討論銀產業務，如果你是前雇主，如何在未來巨大資本就業為所有人提供資金。

Sarah 1:01:42 是，很快定義一下『氣候歸因科學』，當事件發生時，能判斷氣候變遷是否發生，或者氣候變遷是否在其中發揮作用，還可以轉化為氣候變遷如何導致風險以及碳排所造成的風險差異。從碳排造成的風險來看，隨時間過去，與碳排放之間也存在關聯。這門科學還在進步，因為我們理解的能力越來越強，因為極端事件越來越嚴重，訊號也越來越強，也就越容易指出導致事件的原因及其影響。

但關聯越來越多，氣候訴訟這個問題會按個別事件歸因於導致碳排放的行為者。希望大家關注哥倫比亞大學賽賓中心的全球氣候限制追蹤器，相關內容討論很多，而不是法律專家，你應該追蹤，他們在提取資訊的人，科學越來越進步，我努力思考怎麼利用了解風險，邁向未來。但它開始出現，我看到很多科學家被拉進去做這方面工作的專家證人，因為他們試圖弄清楚其中含意，科學正顯著進步，法律界也開始要弄清怎麼使用。

Maria 1:03:14 工商顧問界也在加快這方面的腳步，稍微分享一下你對未來的看法，之前在摩根大通工作過，怎麼看待永續發展以及可能受影響的產業的風險？

Sarah 1:03:35 是，從我觀察到的科學家立場來看，我們所擁有的資訊科學是實體風險和暴露，但我看到去年人們對資訊的了解增加了。工業界多數人關注的還是淨零目標和脫碳，尤其是當你提到為何邀請我來此時，我們已經意識到，就今日潛在的金融風險和暴露而言，氣候變遷就在此時此地。

有了這些，更多資訊開始在這方面發展，但還在早期階段，但這已經變成人們想弄清楚的事情，因為就跟極端氣候暴露一樣必須弄清楚，你也必須了解極端氣候正在變化。會計衡量標怎麼做，財務報表的報告標準是全面的，目前還沒有標準。

他們會越來越頻繁出現，而且你的產業就站在解決這個問題的最前線，標準普爾幾個月前發布了一份報告，顯示它查看了所有公開檔案，你的產業處在檔案中制定適當韌性計劃的最前線，作為任何產業業務的一部分。我想這是因為你非做不可，但是那些問題與標準只會隨著每次的極端事件而增加。

聖嬰現象在冬末春初達到高峰，預計未來幾個月會出現真正的極端氣候。

Maria 1:05:21 謝謝，觀眾提出別的問題，後面還有一個。這一題雖然是關於氣候的問題，但我想問上將。身為一名海軍上將，你怎麼利用氣候科學預測極端氣候，同時調整行動方針？

Admiral 1:05:42 幸好沒有其他需要調整適應的病毒報告。談到氣候，我會從能源基礎建設的角度來談，第一，有適應能力，該如何適應呢？首先是立即適應，然後是長期規劃，以及如何改善基礎建設以面對洪水？你如何解釋更高的溫度？我們有緩解策略和應變計劃，在軍隊或聯邦政府中不可或缺的就是操作流程，制定計畫，軍備操演，然後行動，避開惡劣天氣，總會有選擇。

話說回來，這是一整套配套。製造資訊、暗殺、行動，我想這裡的每個人都是營運商，我想這不會改變你所處的環境。但你也需要人能做評估跟預測，進行風險評估，然後你承擔風險，執行。

Maria 1:07:03 這個建議很好。最後有什麼話或想法要跟大家分享嗎？Admiral 先說，接著交給 Sarah。

Admiral 1:07:10 我想說，從多個產業檢視能源產業時，可以討論很多氣候方面的話題，也總是討論網路威脅。如果你看各種不同產業，能源可能是短時間迅速變化的產業之一，改變非常快。我所謂迅速改變是指能源的產出方式和消費方式不一樣了，資本投資策略不一樣了。觀察能源領域的人員訓練，你會發現 20 年前需要的技術發生改變，跟今天需要的技術也不一樣了。

查看脫碳法規，查看放鬆管制，利率結構的變化是非常大的，你可能知道要馬上採取行動的那種壓迫感，問題就在這裡。我們必須確保自己知道快速變化的環境，同時做好因應計劃。無論是網路還是氣候變遷，要做到高級閃亮是很容易的，但環境正在迅速消失，必須了解環境同時納入考量。從內部看，多數時候是看不到的，因為是從外往內看，環境變化得非常快，因此，努力保持領先地位，認識環境的挑戰，對實現目標非常重要。

Maria 1:09:08 謝謝。換 Sarah。

Sarah 1:09:10 你們太挑剔了，面對氣候變遷帶來的所有挑戰，試圖減少農業用水，你需要能源，試圖在現有地透過海水淡化或汗水處理來產生水，你需要能源，盡量不要在極端熱浪中死去，但你只會變得更糟，你需要能源。跟寒流來不一樣，不是燒掉家裡的東西來取暖就能迅速解決問題，必須有能源來維持熱度。隨著極端事件的出現，你對其他產業適應、面對氣候變遷變得很重要。我支持你們，確保你們有在思考如何擁有能源安全性和可靠性，尤其是因為熱浪，這些事變得這麼重要，而且只會越來越重要。各位都是最前線的將士，我只希望你們能繼續努力。

Maria 1:10:17 好的，Sarah Kapnick 博士、Korpa 海軍上將、Zaidi 顧問，感謝大家來到這裡發表智慧之言。三位帶給了我們很多的想法，感謝。



## 第二場小組討論：全球能源轉型

為社區啟用能源隧道，使清潔能源目標在全世界成為現實  
領導者，

主持人：EPRI 公司事務副總裁 Katie Jereza

小組成員：

E.ON 執行長 Leonhard Birnbaum

ESB 執行長 Paddy Hayes

ENOWA 能源執行董事 Jens Mardian

司儀  
1:10:39 歡迎 EPRI 公司事務副總裁 Katie Jereza。

Katie  
1:11:04 歡迎大家。正值全球能源轉型，電力產業的特點是脫碳、低碳燃料與再生能源的轉型，也就是下一個邊際地帶。淨零排放的經濟代表電力公司在平衡能源轉型與能源安全之間取得平衡。三位與談人將分享他們的大膽願景。未來發展將如何影響可靠性、可負擔性呢？全體公民都會受益嗎？創新在未來的實現過程中將如何發揮重要作用？E.ON 的執行長 Leonhard Birnbaum 博士。E.ON 不只是德國，也是歐洲最大的能源網絡、能源基礎建設業者及創新用戶解決方案供應商。歡迎 Leonhard Birnbaum 博士。與談人發言後，大會將透過 App 或麥克風進行提問。Leo，歡迎加入。

Leo  
1:12:45 早安，只有 15 分鐘，我盡量講清楚，不過我想給各位看一些圖表，在演講中很難提供事實和圖表，所以我準備了投影片，沒有投影片我也可以講，但是我常搭配投影片演講。好，能源轉型第一章，真正的意義是什麼？是數位、往哪裡去以及要付出什麼代價？就這三大面向稍作回答。好，我們有大約 5000 萬用戶，而且是歐洲最大的配電商之一。我們投資了約 400 億歐元的資產，這就是我們的角色。這是什麼意思呢？第一，要脫碳，大家都知道，在這裡可以看到每 kWh 二氧化碳排放趨勢，歐洲和德國也有相同趨勢。但真正的重點是，我們過去 30 年減少 20%。而政治目標是未來 10 年減少 70%。所以基本上是把速度提高了兩倍。結果我們現在談的卻是能不能負擔的問題。箇中涵義是要增加電力，然後減少初級能源。不管有沒有目標有沒有達成，或者只實現了目標的 7-80%，趨勢還是一樣。

我們需要更多的電力，這部分稍後會講。我們可以減少對能源的需求，機會很大。因為如果一切順利的話，就算有投資，還是可以減輕消費者的電費負擔，同時避免因電力需求增加而造成的電費飆漲。之前的簡報確實有看到上升的跡象，但沒有預期那高，這部分要注意，如果狀況沒有好轉，負擔能力問題會很變得嚴重，這個之後會講。顯然部門會面臨轉型，電力將成為未來交通、供暖和工業等所有部門的核心，這個大家都知道。這個表要表達的是實際用於電網發展計劃的假設的變化。我們德國制定了一個 15 年滾動式橋樑發展計劃，我們有多少電動車要充電？供暖要用哪一級電價？然後發現從上次到現在的兩年間，當初的假設已經發生變化了。

能源轉型明顯加速，不只是政治目標下，同時規劃流程等方面也加速了。你可能會說，不都是再生能源嗎？對，顯然也是再生能源，可以看到在德國，在歐盟 27 國已布建的容量，以 GW 為單位，然後又可以看到政治宣示的成長目標符合 Ff52 的第三個計劃，也就是...不管怎樣，再生能源啟動大幅加速，

你可能會說太扯了，不可能發生。可能，只是需要好的網路，我們必須利用盡可能得到的網路去制訂自己計劃，們需要為我們將要收到的大量連接請求制訂自己的計劃，然後才能以 E.ON 執行。各位可以看到德國和跟其他國家比較，我們很活躍，如今，新的政治野心將轉化為巨大成長。我個人認為不會那快結束，但會結束，我們可以清楚地看到過去兩年我們的數字增加了兩倍以上，逐年增加兩倍，所以高速網路是必須的。

如果我們市場找到一家能製造晶片的實習工廠，從漢堡市的良好角度來看，那就是等價的。表示我們在你所在區域找到漢堡的另一座城市。如果你得到大眾汽車的一家電池工廠，這座城市等於有 50 萬居民，如果你實現了交通電氣化，每一個充電樁有 2 MW 可以給電動卡車充電，然後你有 15 座充電樁，每個充電站有大約 30 MV。德國高速公路系統需要大約 400 個 60 MV 和 30 MV 充電站。面積相當於一個加油站，每個充電站相當於德國 30,000 個居民。

我們沒有空調，因此通常計算每個居民的電網負載為 1KB，我們發現這很不得了，之後會講，對公用事業是正面的，不就是個挑戰，但是一個正面的挑戰，因為這是一個不得了成長選項，但會通往何方呢？太抽象了。對當地有什麼意義？增加 10 MV 說得簡單，但是在某處新增 10 MV 的太陽能是什麼概念？你看這裡，顯然是德國留下的，這個地區你可能知道，以及已經完成計算的地區，如果在這裡做會怎麼樣？巴伐利亞是個太陽能小鎮，擁有大量太陽光電，因為它是德國陽光充足的地區，慕尼黑啤酒節期間（9 月底到 10 月初）最好，但沒什麼風，因為離海相當遠。

該怎麼讓 PV 爆炸性成長？成長已經在發生了，十年將成長 620%，這是擺明的事實，就算到時候只成長 400%也無所謂，衝擊是一樣的。好，如果從某處開始做，必須蓋更深，到底會蓋在哪裡？顯然不會蓋在慕尼黑，而會蓋在某個鄉下地方，以該區飛行地圖形舉例，它位在窮鄉僻壤的農村地區，北美也有農村地區。投影片右邊有一些數字，顯然，太陽能板被裝到所有地方了，每個馬廐的屋頂都會架設太陽能板，因為經濟上合情合理。所以功率從數百 MV 增加到 650 MV，電動車會增加很正常，因為人們會買電動車，20 年內會增加很多電動車，家庭電池儲能增加，德國沒有人會再買沒有電池的電視了，熱泵也增加。

但真正重要的是電網使用量從 7 MV 增加到 70 MV。像地區層級可能 10,000 人養 10,000 頭牛，今天用電量是 7 MV，20 年後實現電氣化之後，用電量可能會到達 70 MV。但真正的問題是回饋量急劇上升，因為 PV 併入系統，但地區層級沒有併網，因為在地區層級，陽光充足時，電就會太多，然後你不可能因為這樣就設置足夠的電池。

表示整個中壓系統必須更換，需求不是關鍵因素，回饋才是關鍵因素。結果基本上我們必須更換所有初級和二級變電站，並不是要更換電纜線路，而是要增加電纜線路，這點很清楚。但我們真正該添加的是增加更多變壓器，因為尖峰值下降了很多，這是一個限制因素，顯然必須進行數位化。

你會覺得不可能，是可能的，我們做得到。不過我要告訴你需要付出多少代價。有件事很清楚，也就是只有全盤數位化才能管理。AI 不是威脅，AI 是未來實際管理系統的唯一方法，如果不全盤數位化，不做智慧化方式的數位化，將無法控制這些系統。必須先做到完全標準化，才能數位化，最後自動化。你也許會說這樣會讓我們更容易受網路攻擊，這是免不了要付出的代價。

現在進入第三章，要付出什麼代價？顯然是更多投資。好，這是你的電數。我也是歐洲工業協會主席，轉型加速，我們需要每年投資來建設歐洲，特別是在配電這一塊，因為輸電總是受到高度關注，但真正的要點是電力轉換發生在配電。無論如何，如果從德國的角度看，這些現在就是我的數字。

身為執行長，有一個為期五年的滾動資本支出計劃，金額為 210 億歐元，包含德國和東歐，不包括土耳其，雖然在土耳其總共有 1000 萬用戶，但沒有涵蓋在簡報的數字裡。第一個資本市場日，在 2021 年 11 月將資本支出增加至 270 億美元，按五年滾動，我們將投資計劃更新為 330 億歐元，依然按五年滾動，現在提前一年。明年，我們要再次升級資本支出，我無法告訴你 X 是什麼，反正與資本市場相關，總之，我們看到資本支出在三年翻倍，從 20 億增至 400 億上下。這代表我們的投資達到了資產負債表的極限，以及實際可以管理的極限。顯然，交付能力完全不同，再生能源參與者想把自己的光場、風場加入併網請求現在也都要處理。就這樣我們算好了。我們可能要完成，簡報上寫了，每工時 4-500 件的併網直到 2030 年，甚至會到 2040 年。

連續多年在巴伐利亞每年連接多達 50,000 個裝置。今年，我們將慶祝我們的電網擁有 1,000,000 個再生資產。我們正朝著這個階段前進，但還是要趕快結束，表示需要更多勞動力，但要做到必須仰賴完全自動化的數位化程序，用最少的員工完成，我們 1/3 的員工將在未來 10 年退休，從人口統計角度看，你們的數字應該也是一樣，所以我們從五年前起就開始規劃。

你要思考什麼是數位架構，因為你會得到大量資料，你不會再只從一個地方控制系統頻率，在你網域一切正常。你現在可以在任何時間、任何地點控制負載，儘管你可能會出現局部不平衡，但系統是總體平衡的。

表示你需要一個完全不一樣的 IT 架構，你必須以不同的方式思考，怎麼儲存資料？要儲存哪些資料？如何溝通？例如，要建立哪些系統才能像之前那樣思考彈性管理。

你對網絡要有完全不同的看法，聽到網絡，你能說出幾件事？對我來說讓我真正緊張的事是網絡是危險的，但你也許可以將 OT 系統與 IT 系統分開來。

你可以忘了它，這不會發生，因為很明顯，IT 和 OT 系統將會發生轉換，然後不可能將兩者分開，不管做什麼都是網絡，你還得為 OT 系統執行操作，因為它們跟 IT 系統一樣容易被攻擊。如果 IT 端受到了視覺攻擊，那 OT 端可能不會被影響，這是不正確的，這個觀念在未來可能會找不到。

你會需要更具靈活性的供應鏈。無論如何，我現在發現我們必須對供應商做出多年承諾，他們才會提高產能。這與我們過去的供應方式完全不同，以前基本上就是買我們需要的東西。這是資本市場想要滿足的，他們想要成長，他們想要數位化，他們想要股息。

我可以提供相當好、固定收益的 3A 信評的國家，報酬率 8%，8% 是我粗估，包括有 8% 成長、5% 股息收益率。無論發生什麼，未來兩年都可穩定收息，因為即使你沒有達到目標，基礎建設跟瓶頸也會增加。

所以只要你交付，就沒問題，因為你不交付，就會陷入麻煩。但你們很清楚因為你們是業界翹楚。對於你們來說，這件事也是如此。基礎建設是絕對的，如果我們未能實現再生能源目標，可能表示我們需要再兩年才能實現，但如果我們沒有基礎建設，那就無法整合再生能源，也無法整合移動性等等。基礎建

設真的是瓶頸，這就是主戰場，如果你願意在擁抱變化，那我相信你未來 10 年不會無聊，你會很享受的，謝謝。

Katie 1:29:14 謝謝你，Leo。下一位是 Jens Mardian 博士，他是 Neom 能源和水公司 ENOWA 的執行董事。憑藉 20 多年的能源技術經驗以及改革的態度，他從零設計打造了世上第一個 100% 再生能源系統，引領能源轉型。已經不再是未來願景或夢想了，將在十年內實現。歡迎。

Jens 1:30:30 謝謝 Katie，大家早安。剛才 Leo 提供了很多積極樂觀的挑戰，大型領先能源公司如何應對能源轉型等等資訊，不過還有其他方法，比如「新未來城」（Neom）就跟其他方法不一樣。我最近才跟外部貿易組織經營層的幾個人交流過，以交易術語來說，Neom 是什麼？就是有豐富的陽光、風、沙子和水，其他的缺乏，就是什麼都沒有，就像風景照一樣。Neom 是沙烏地阿拉伯西北部的一個地區，面積相當大，如比利時或奧地利般大小，面積為 26,000 平方公里，在波斯灣對面。我們的核心目標是創造有實質意義的永續發展藍圖，不只是從能源角度或從建築角度來看，城市會隨時間自然演變，不是為了留下老舊系統為目的的。但如果可以從頭開始，我該怎麼設計呢？這就是心態問題，怎麼以非過時系統的考量打造 Neom 的事物？有幾個亮點。這不是一座小島或能放進小盒子裡的餅乾模具，體積非常大。預計 2030 年底，要在 Neom 投資大約 20 MV 的太陽能 and 風力，我們提出需求，這是你給出的圖表跟預測的現實情況。而 Leo 剛剛提到電力需求的波動，未來五年會下降 30%，但 150 到 200 kWh 絕非不切實際，是相當大的需求，難就難在必須制定明確方針，95% 的景觀不能碰。所以從技術角度考慮，我們正在努力優化能源系統，讓每度電平均發電成本 (LCOE) 降到最低。

規模決定能源成本，但有限制，好，你只能使用一定數量的物理足跡。從大層面來看，沙烏地 2030 年願景的計畫是可以理解的，長遠來看，經濟最終將從石油和天然氣轉向風能、太陽能以及綠氫等再生能源。光為這項計畫目提供 5000 億美元的資金的本身就是一種表態，而且是全球最大的再生能源基礎建設計畫。我們在 NOAA 努力實現的目標，是從頭打造第一個規模化的 100% 再生能源系統，我想討論的細節是整合的部分，有些人認為，只要多建蓋幾座太陽能和風電案場就沒事了。不對，應該從殘局的角度更全面看待這件事。因此，我已經談到再生能源的重要性，我們應該會特別利用風能，陸上的風電容量約占 40%，如果很幸運有進行海上計畫，通常可以獲得這個容量，而且沙烏地阿拉伯的太陽能也相當不錯，尖峰時間效率因子大約 30。Neom 的成長 90-95% 與太陽能的成長相關。如果太陽能成長，對 Neom 非常好，但也會遭遇一些挑戰。比如白天陽光充足，但是夜晚怎麼辦？在老舊系統中總會有某些可以用老舊資產，能做到一定程度的轉換。

歡迎加入綠色金屬的積極性，在這裡可以打造一切。我現在的問題就是應對 N 峰值，答案比想像得更難。我們利用熱泵硬體儲存裝置等現有技術，稍後會談到，並與美國許多發展長時儲能的公司開發新技術，實際推動技術發展。電池通常的作用在於填谷，但電池當初的發明不是用來填補 12 小時低谷，最初的作用是在幾秒內或 1 分鐘之內提供輔助服務，把時間長到 1、2 個小時或許還可以，但絕對不可能延長 8 或 12 小時。正因為缺乏替代方案，我們不只在穩定的現有技術上耗費大量時間，也在不同的長期技術上耗費大量的時間。另一種整合是跟大自然整合。看到能源和基礎建設在大自然裡對抗，為該如何整合提供了不同觀點。例如太陽能公園是陰影，我們是否可以將該陰影用於混合儲存



的替代用途，這部分稍後說明。濕地也可以用於其他目的。最後會討論超高壓線路地下工程。這麼做吃力不討好，但它的用處是以大自然受影響的程度來制定價格，我們是否願意支付額外費用和投資未來的這種權衡？最後，Leo 也有提到數位科技的重要性，之後的投影片會談到。

與自然界整合我想了很多，整個想法是你發了電卻根本看不到電，這就是我藉這張照片想表達的。你現在看到的是隱藏的 2000 MV，最大規模羊毛循環泵硬體儲存系統，上下湖都有一些濕地，這不只是從自然的角度來看，也是從防止蒸發的角度來看，蒸發減少大約 60-65%，完全融入大自然，但仍然可以完成工作。無論如何，系統能否靈活運轉完全取決於太陽能跟風能。如果你認為能源價值鏈就是發電，那你就別想擺脫困境了，因為太陽能不可能隨傳隨到，這麼說太直接，但風能不也一樣嗎？你需要一些平衡元素，最便宜的方法是需量反應和彈性，如果你沒有，那你就需要額外的設備，問題是這樣做值得嗎？五年前，我從沒想過能在地球建立可商轉的水力儲存設施，可行性也是很高的，不只是因為彈性溢價市場很高，尤其有助尖峰和離峰間隔夜權衡的平衡。

再來是數位化創新，我想可能會帶來一些衝擊，左邊的傳統能源系統基本被簡化了，這裡有一些現有的基礎建設，有時有點像，有時不像。以數位化發展來說，嘗試在邊際基礎上調整添加一些數位設施，預測性維護或需求預測等等，增值服務有存在的必要，這是完全合乎邏輯的，是好的一步，方向也正確。我的觀點是，如果你有舊有 (Legacy) 設備，這麼想是非常邊際、非常現實的，如果你沒有舊有設備，不如坐下來好好想想，是要從這裡開始做？還是要從完全不一樣的地方開始？

為了讓能源系統互動平衡，尤其是使用大量的當地設施，我們該做的是快速調整並做好資料管理，AI 就是為此設計的，硬體多數人都有看過，典型的控制室，接上超大屏幕，坐在裡面的人都有 3-40 年的經驗。對我們來說，可能只是幾個裝在貨櫃裡的 AI 系統，即時調度數百萬個負載，在我們眼中就是一個資料庫。各部門以及電力的發電、輸電、售電的解禁也是資料系統脫鉤的主因。我們打造了一個真實版本巨大的資料池，最後用來優化整個系統，以實現最低的能源成本。簡言之，這就是 Neom，歡迎來了解，非常感謝。

Katie 1:44:05 第三位與談人是 ESB 執行長 Paddy Hayes。ESB 是愛爾蘭的電力公司領導品牌，業務包括電力的發輸配售。ESB 立志於 2040 年實現淨零碳排，透過使用清潔能源支持社區與用戶實現脫碳、交通、供暖和經濟。歡迎 Paddy。

Paddy 謝謝 Katie，大家早，加入討論前，先簡單扼要介紹 ESP。ESP 業務範圍涵蓋愛爾蘭、北愛爾蘭和英國，愛爾蘭和北愛爾蘭的配電系統上營運配電，接下來會導入售電業務。以公司規模而言，用戶大約 35000 戶，資產為 200 億歐元，如 Katie 所說，我們的策略正在發揮效益。分為三個部分，包括發展更多再生能源併網，以便降低電力系統的碳強度，所以 Leo 每 10 年降低 20% 的圖表真的很有趣。

愛爾蘭的挑戰很特殊，陽光沒有很多，但有很多風，而且我們是相對獨立的島嶼系統。再生能源增加，我們的目標是 2020 年占比達到 20%。事實上，2005 年到 2020 年的 15 年裡，愛爾蘭電力系統的碳強度已經下降，2030 年的目標是下降 80%，真的很挑戰，卻也無法抹滅這個領域必須加速的事實。一方面努力做到電力脫碳，一方面努力清潔電力來幫助社區用戶脫碳。在小組裡討論這些會很有趣，因為這會為討論的電力成長跟創新之餘帶來額外的挑戰。針對 Leo 的重點，我們策略的第三段正是基礎建設。以電力發起的淨零未來要有一

個安全、可靠和負擔得起的系統必須仰賴基礎建設的發展。很高興今天上午能跟大家一起討論。

Katie 1:47:11 謝謝，歡迎所有與談人。該提問了，目前螢幕上沒看到問題，所以我想從合作問起，先問 Leo 好了，我想知道，從與產業、國際合作夥伴和社區三方面來說，貴單位做了哪些事讓所有人參與轉型？

Leo 1:47:51 是，我可能會比較關心公用事業之間的合作。你可以說公司、新創公司等，包括研究機構、大學或比如 April 這樣的機構。先專注公用事業之間的合作好了。

過去，我們曾將自己定位在做為基礎建設領域的競爭對手，但我們不是競爭對手，我們必須為社會共同提供解決方案。在歐洲可能有 1500 家公用事業，在美國，可能有 2-3000 家左右吧。但是法規機關、政府不想跟 2000 人談，然後得到 2000 個不同的答案。他們只要一個答案，怎麼運作。所以像 EPRI 的機構就變得非常重要，因為必須有個決定，這也符合亞馬遜宣布的新措施，我昨晚親眼看到了。我們必須提出如何開發這個系統的解決方案。因為美國這 2-3000 家公用事業並不是每一家都能應付我剛才提出的挑戰，並不是每個人都能提出初始架構。他們必須願意跟某人合作，或者仰賴那些提供他們服務的公司的肩膀，因為他們自己辦不到。所以基礎建設必須先發揮作用，因為沒作用問題就來了，如果要自己來，那就必須找其他公司協助。只要根本的想法轉變，每個人都像過去一樣都非常自信地說，我自己做這個電纜業務就可以了。

Katie 1:49:45 確實，這樣有助於接觸新的利害關係人，因為專業知識來自各個不同方向。Jens，那你呢？你很喜歡從零開始打造，也有在跟社區及利害關係人合作，那你做了什麼來解決這些問題呢？

Jens 1:50:09 是，首先應該了解，就算你很想，還是不可能獨立完成，聽起來很膚淺，但我不是那個意思，我之前跟整個 Neom 團隊做了廣泛的討論，討論圍繞在如果沒有真的致力於創新，沒有奉獻精神，沒有做基礎測試，一遍又一遍失敗，那是行不通的。我們想做的事情都還沒完成，你又怎麼會覺得可以利用過去的專業知識閉門造車，設計出適合未來的東西呢？不可能的事。可以在不同層面上合作，我前面提到的長時儲能，會跟一堆公司一起運轉。因為我們有太陽能跟北方電網，是我們做出差異化的關鍵成功因素。你可能有聽說我們正在建設，這不只是夢想和設計，我們有兩個合作夥伴，一個是中東的 Aqua Power，合作打造最大，2000MV 的綠氫設施，與美國公司合作是為了提升實力，因為靠自己是不可能的，過程中不只要考慮數字，還要考慮背後整體思考方式，最一開始大家都是一樣的。

Paddy 1:52:04 好，謝謝 Katie。我完全同意必須進行的投資規模絕對很大，資產負債表肯定會很長。可以看到業務資本支出在過去十年快速翻了一倍，表示各方都有合作關係，離岸風電、太陽能、電信等很多合作夥伴，理想情況下，這種合作方式是為彼此做到技術互補。這不只是資產負債表的問題，也是將焦點轉移到配電系統用戶端，我們也確實了解與用戶合作的重要性，因為用戶的行為模式，與配電系統互動的方式，尤其是使用電動車上看到或用到的智慧科技，以及愛爾蘭配電網路過去五年使用率成長十倍的微型發電。

我們與用戶以及在配電系統邊緣運作的用戶群代表和參與者保持一定程度的協同合作理解非常重要，說明了提高數位化程度的必要性，也說明了我的態度，即人們試圖以理想狀態運作整個系統，同時努力平衡系統。去年冬天在歐

洲就有看到一些例子，真的非常成功，不只應該在供應鏈合作，還必須在未來幾年經由配電系統深入到用戶端。

Katie 1:54:03 這裡有一些問題，與談人同意的話，我們將進行討論。如何解決中低收入用戶的負擔能力問題？誰要先回答？Leo。

Leo 是，先簡單說一下，再詳細討論。訣竅是初級能源消耗必須下降，也就是燃料，這樣才有可能負擔得起高電價，因為電價只會越來越高。能源消耗因此你可以承受更高的電價，因為它們將更高的電價。要記住，我們設定的資本支出折舊期相當長，即使相當高的資本支出也不會馬上帶來巨大成長，而基礎建設的瓶頸極其昂貴，如果我們能真的建構前瞻技術，避免瓶頸，確保長時折舊，這方面法規是可以處理的，如果我們可以增加電力，減少燃料消耗，可能會沒事，可能或可能行不通。

Katie 1:55:23 接著是...

Paddy 1:55:26 也許只要把答案找出來就好了。我們考慮極限、考慮當前的電力需求、穩態成長或合理成長，考慮為所有輕型車輛運輸進行脫碳可能的成長，愛爾蘭今年截至目前為止，有 18% 的新車是電動車或純電動車，8% 的車配備了充電插頭，今年迄今售出車輛中有 25% 的車輛某個階段的某個地方配備了插頭。我們看到這類需求增加。除了正常的電力成長之外，電動車成長，供暖的電力也成長，不只是家庭水準，產業水準也是。然後補充一下剛剛 Jens 說的長時儲存的挑戰，愛爾蘭肯定也面臨到，沒有風的時候，你怎麼提供再生能源？很不幸，連 12 小時都提供不出來了，更別說 8 或 12 天了，必須把電力轉化為其他東西。因此我們看到更多發電機會，為了發更多的電，為了做到以綠氫發電，把綠氫用在難以電氣化的經濟部分。把所有因素加起來，你正在投資輸配電系統，會期望除以大大增加的吞吐量，MV 小時數。除了減少其他能源使用之外，我們投資絕對物超所值，而且上述情況也不會發生。

Jens 1:57:16 對 Neom 來說，如果允許我做類比的話，我們目前更專注在烤出最高效的蛋糕，而不是去想還沒烤出來蛋糕該怎麼切片，雖然無法解決所有問題，但至少能解決部分問題。我們處理這個問題的方式是我們非常了解低收入的事情。我們很清楚各產業正處於低價壓力，並不是我們不斷進行投資，然後把價格轉嫁到用戶身上這麼簡單。我們會設定自我基準，以及競爭產業的基本領先水準，以及該區域適用哪一種電價水準。

對我們那只是電力，然後我們上週跟團隊也做了相同的討論，以更像目標滑行的方法使用該基準，結果不錯，我們需要進一步了解如何實現目標。有些領域需要的時間比較長，你可以與供應商合作，你能提供他們長時間發揮能力的穩定性越強產生的影響就越大。由於我們會當很長一段時間的新手，這個策略很值得投資。

Katie 1:59:10 謝謝。有個熱門問題是有關技術選擇，針對 E.ON。Neom 為什麼不用核電來平衡太陽能跟風能。

Jens 1:59:24 很好的問題，有幾個答案。根本問題是我們想要打造 100% 再生系統還是 100% 碳凍結？我會說有一點意識形態，大家可以有不同的看法。我們最終想要採取的方法是採用 100% 再生能源，以解決如何處理核廢料這個懸而未決的問題，我對提出一個本身俱有深度永續性的系統沒有答案，不只是商業上，從生態角度來看，還包括核能大時代，這沿著好的道路走，是很棒，可以怎麼做呢？

因此需要有一個最佳替代方案，也就是我們正在努力實現的長時儲能，結果解決了另一個問題。提出這個問題不只是為了我們 E.ON、沙烏地阿拉伯或中東的利益。想像一下，如果能擁有太陽能與儲能的低成本組合，打造出某種整體管理地下室，那真的會改變遊戲規則。從這個意義上說，Ncom 會成為沙烏地阿拉伯在未來幾十年透過能源改變定位的燈塔。

Katie 2:01:35 下一個問題請教 Leo 和 Paddy。有鑑於電網投資的規模，在歐洲建設新線路的難度很大，不只是歐洲有難度吧？就能源轉型來說，開發新線路的能成功而不陷入瓶頸的關鍵因素是什麼？

Paddy 2:01:58 對，蓋新的基礎建設絕對是一個挑戰，大致有幾件事。第一、要盡可能使用既有的基礎建設，比如油電混合動力。前面幾場小組會議也許有討論過，盡可能使用並人們了解你正在使用既有基礎建設，這樣很好，不是因為不再需要基礎建設，而是要確保工作或投資流向能夠滿足需求，否則花費會很大。第二、參與度。參與當地社區確實重要，雖然不保證每個人都會好起來，但顯然與人溝通交流非常重要。第三、走出去。了解電力系統正在變化成為世界有效脫碳的管道。

我看到超過 20%的碳排放來自發電，我們知道可以把比例降到 0%。根據分析，有 25%的碳排放能透過清潔電力，透過交通和工業的電氣化來消除，這會產生巨大差異。然後，如果你能找類似的方法讓電力覆蓋的部分脫碳，就能看到電力本身對氣候變遷所能產生的巨大影響。我們在世界各地看到氣候危機的照片時必須做得更好，將為兩者提出關聯性，對人們解釋他們不見得喜歡的電力基礎建設。但是地球已經不只變暖，而是正在沸騰，這是我們必須採用的技術，稍微貴一點的地下過渡線路，我們以前也做過，勢在必行，一旦開始就別無選擇，要降低電力碳強度，利用電力來對付氣候變遷需要更多基礎建設。

Katie 2:04:18 Leo。

Leo 2:04:20 認同 Paddy 剛才講的，也許再補充三個詞彙，融資、交付和許可證，許可證是另一個問題。融資，投資得多就要賺很多。我們正在跟法規機構進行激烈的討論，系統法規的思考必須從過去隨時間緩慢發展的穩定系統，在短時間內轉換成巨大變化的系統，必須為此制定法規。這是第一點，必須有能力取得最佳現金流，不然不可能成功，沒錢不可能增加投資。

第二點是獲得核准的問題，這顯然是一個瓶頸。現在取得核准必須經過歐盟委員會同意，通常會有很多改進事項。對，沒改進就不會獲得核准，非常有挑戰性，也是我掙扎的地方，獲得核准需要大量時間，顯然在地下打造一切是問題的一部分，但就算有問題，距離 2030 年的目標，我們也還有 10 年時間，會算數也沒用。

最後，必須改掉自己的操作系統，我的工程師一直在優化每一個交換機，你讓他們關掉，他們會優化變壓器來關，那不是重點，重點是他們得進入製造模式，做出越多變電站越好，就算只做到 80%完美，尺寸也不重要，只要符合標準化就沒關係。標準化大幅提高，好不重要，快才重要。我們不要品質好的工程師，要可以大量生產的工程師，在規劃、完工、施工、現場管理等方面完全不同的思考方式。所以標準化很重要，這樣配送鏈才能發揮效果。因此我們有一個計畫叫做鮑勃工人，鮑勃計畫改變了我們工作的方式。

Paddy 這非常重要，我們也面臨著同樣的挑戰，多年來人們都想用技術可接受的



2:06:49 最低成本來進行投資，這是我們對每項個人投資的說法，但某程度上都需要額外花費來達成，肯定要額外時間。所以我們必須改變法規架構，必須跟法規機構討論達成共識才能實現標準化變電站。落在 5 到 10 中間，就以 10 為準，落在 10 到 20 中間，則以 20 為準。但是你會發現，對花費數年進行優化的人來說，要變更核准有多難，但這確實很重要。

Katie 2:07:40 這與根本心態有關，文化討論的問題，對勞動力的願景如何選擇，如何一起工作以及最大的影響在哪裡。但這確實是文化問題，我想你們每一個都觸及到了，樂觀、創新、變革的心態，三位有何評論？

Paddy 2:08:11 我不知道有多少家配電公司，DSO，傳統上東歐有英國，我們在德國有 10 家不同的公司，還有 11 家都有自己的 IT 系統、自己的故事等等，時間過去，一年後就成為一家公司。我們告訴每個人，國內外的電網流程沒理由每一年都改，因為到頭來大家做的都是一樣的，東歐也一樣。正在改變的是文化，因為立法者不一樣，政府不一樣，沒關係，流程還是一模一樣。對，市場溝通需要適應當地法規。

但我們想說的是，這是整個歐元區的過程，如果它是一個流程，那它就是一個 IT 系統。是 IT 系統定義了流程，而不是流程定義 IT 系統，因為換 IT 系統比換流程更難，跟過去不一樣，過去我們到最後就是建立系統。所以我想我們的想法變得更集中了，但這代表本地人員必須具備更大的彈性，因為他們要專注對付巨大負載的挑戰，但這真的很困難，人員必須比過去更常輪調，如果你要他們全部就位，那是行不通的。無論如何，每 3+5 年，我們就會對每一位進行輪調。

Katie 2:09:56 文化問題確實激發出很多能量，對嗎？

Jens 2:10:04 是，我就許可證的部分做點補充，這是 Neom 的一部分，沒有法規。所以我希望我們能夠管理這部分，但我必須承認，如果我們 100% 再生系統的慣性能達到慣性和法規流程的一半，那就太棒了。此外，Leo 說得太準確了，不只合乎邏輯也很直觀。但重點是，變化正在從交易性轉向轉型性，這需要心態的改變，就像去問土耳其人對聖誕節的看法，就很難討論，我個人在這段旅程中遇到的最大的困難就是忘記所學的東西，要時刻檢查你的反應是被什麼因素驅動的，沒錯，從我過去的經歷或者事實中得到的。關鍵是，如果你想實現過去沒有成功過的事情，這會是我們該使用的唯一知識來源嗎？或者你何時該退一步說，我可以看看不同的產業，或者至少在進入科技產業的 5 年前、10 年前，他們比能源產業更具創新性。從中可以看到很強的收斂性，但只是邏輯本身沒有排序，對底層心態的接受至少是這樣。

Paddy 2:12:04 這個領域非常有趣，但有幾方面。第一個是目前電力公司有真正的使命感，你是一個想要從事職業的年輕人，這是一個多麼好的機會來從事能夠對氣候變遷產生如此影響的事情！這可能是他們面臨的最大挑戰，也是世界面臨的最大挑戰，真正的機會來了。我們知道組織需要更多人，從現在到 2050 年全球電網長度將翻倍之前，我一直在看彭博社。這不只需要投資，還需要人才。在這裡，我們每年有 100 個人加入學徒計劃，並非 100% 的男性，很大一部分是女性，勞動力正在發生變化，我們必須改變勞動力，當然需要加速，很明顯，改變的步伐正在加快，需要創新和創新想法。另一方面，我們不能做的就是放棄真正重要的風險、態度和風險方法。所以 Leo 和我今天早上就歐洲一家從製造商轉作離岸風電的後續情況聊了一下，聊到今年建設的業務損失好幾億歐元。欲速則

不達。管理節奏和管理創新這方面，要確保帶著這種目的感，正確的地方發生，對吧。同時要記住，我們必須為未來提供安全、負擔得起、可靠安全的電力，確保文化正確轉變，不要丟棄所擁有最重要的安全網—規避風險，這可能是最大的挑戰。

Katie 2:14:52 休息 30 分鐘，請與談人總結。所以如果你能用一句話總結一下，你認為確保當前和未來清潔能源轉型的關鍵是什麼？樂觀創新？

Leo 2:15:19 積極創新。

Jens 2:15:23 想為孩子留下歷史遺產。

Paddy 2:15:27 做就對了，繼續前進。

### 第三場小組討論：電力系統充足性和安全性 以提高整體能源網絡可靠性和靈活性重新思考規劃，同時大幅度降低社會風險

#### Chauncey Chats：能源轉型規劃

EPRI 能源系統和氣候分析技術負責人 Andrea Staid

Andrea 00:00 電力系統的規劃已經從基礎射箭夏令營變成更像飢餓遊戲的劇情，像是試圖在乘坐移動平台的同時射中另一個移動的目標。當我們舒適地享受宜人氣溫時，我的意思是在華盛頓特區炎熱潮濕的夏季，坐在有空調的飯店裡，最近我們經歷了地球上所有有記錄以來最熱的日子。

讓我們思考一下如何才能度過下週、明年甚至下一個十年的另一場破紀錄的熱浪襲擊。看到天氣預報連續三天氣溫達到華氏 100 度，表示我們會整天都開著空調。如果熱浪襲擊我居住的波士頓—有些人仍然沒有空調，這表示他們會像我一樣去購買空調設備，如果明年夏天再次發生這種情況，我可能會打電話給所有的在地空調業者考慮安裝中央空調，但這只限於我們這樣有能力，相對能快速適應不斷變動的極端情況的人，其他人則不會那麼幸運，他們將承受不舒適甚至危險的室溫帶來的影響，迫使社會各界考慮如何處理高溫氣候。

除了對人體的影響之外，讓我們想一想，對於電力系統來說，熱浪表示什麼。當溫度變得非常高時，化石燃料機組的效率就會降低，且可用的冷卻水溫度上升可能會對電力系統造成進一步的限制。增加輸電和配電線路的容量可以承載盡可能多的負載，因此我們是否只需建設更多的發電容量，以及我們如何將其與我們的脫碳目標保持一致？

考慮到容量問題，隨著日新月異的科技進步和誘因，許多用戶將改用熱泵進行冷卻。這很棒，因為它們效率更高，但用電需求真的會下降嗎？也許不會。隨著氣溫持續上升，以及原本沒有製冷裝置的家庭安裝熱泵，改善建築隔熱和能源效率也有所幫助。但是，系統也有可能出現巨大的新負載。想想觀光工廠、海水淡化以及加密貨幣活動。我們如何解釋這些變化以及我們對未來前景的有多確定？假設我們解決了理想世界中的容量問題，我們只需安裝足夠的設備即可確保能夠在炎熱的夏日滿足這些需求。但由於大部分容量將來自太陽能 and 風能，我們還安裝了電池，以便我們能夠因應用電變化。但由於我的熱浪預計會持續三天，這些電池容量夠用嗎？如果我們遭遇大範圍的多雲微風天氣怎麼辦？我們是否能夠依靠鄰近地區將電力輸送到有需要的地方？電力不足的風險是真實存在的，如果我們不考慮電網規劃的複雜性，這種風險可能會增加。如果我們最終陷入沒有足夠的電力的情況，那怎麼辦？有些人在熱浪中沒有電，誰來決定誰能優先獲得供電？我們如何開始考慮關鍵性服務的優先度、公平性和健康問題？我們能否做出更好的計劃，讓我們從一開始就能做出這些決定？社區和電力系統之間的密切合作可能有好處，可以透過中央空調和行動醫療服務等社區解決方案來減輕不良後果。但這通常需要超出當今標準的工作量。正如我希望在此向各位表達的那樣，氣候變遷、脫碳和電氣化之間的聯繫使得像電網的供需平衡之類本已非常複雜的問題變得更複雜。這是能源部門所面臨的，要確保可靠且有韌性的電網的挑戰。雖然我們周圍不斷變化的風險是一個快速變化的目標，但我們要持續建設電網，就像從移動中的平台上命中目標。

2023 年的夏天向我們表明，溫度更高、時間更長的熱浪即將到來，毫無準

備將導致嚴重後果。幸運的是，即使我們站在一個移動的平台上，我們也知道我們的箭頭應該朝哪個方向前進，比如低碳技術、需量反應、針對氣候變遷的適應性措施等都讓我們朝著正確的方向前進。有無數的傑出人士，包括那些與我們在 EPRI 合作解決這些問題的研究計畫成員。誰拿著弓箭，帶領我們走向正確的方向？我鼓勵大家接受挑戰，努力實現這個不斷變化的目標。謝謝。

## Chauncey Chats：變革性顛覆事件

美國能源部電力辦公室電網控制和通信副助理部長 Gil Bindewald

Gil 05:13 我們將如何顛覆現狀？我身後的圖片（很快就會出現）是一輛 1914 年的底特律電動車。我不確定我們是否可以達到目標。這是密西根州底特律安德森電動車公司生產的電動車。它是在美國銷售的電動車中最長壽的。1900 年，大約三分之一的車輛是電力驅動的。電動車安靜、易於駕駛，不像當時的其他汽車那樣排放有臭味的污染物。在接下來的十年，電動車銷售持續強勁，尤其是在可以獲得可靠、可負擔得起的電力的都會區。但因為豐富的汽油以及內燃機技術的發展速度超過了電力、電子和電池的發展速度。到了 1935 年，電動車基本消失了。在接下來的一個世紀裡，汽油動力汽車主導了美國文化和社會。

今天，我們大多數人可能認為電動車是顛覆性技術。他們無疑正在改變我們營運和規劃電力系統的方式。電動車呈指數成長，2022 年銷量將突破 1000 萬輛，分散式能源的投資和創新也處於歷史最高水準。2014 年至 2020 年間，住宅太陽能淨發電量成長了 410%。分散式發電的採用，重塑了我們對電網穩定性和經濟性的看法。是，這種轉變之所以成為可能，是因為電網的容量和靈活性也不斷成長以適應變化。電網已成為一種顛覆性的催化劑，可提高可靠性、韌性和可承受性，也將成為我們能源未來的驅動基礎。那，當整個系統變得更動態、更複雜和更高不確定時，產業如何繼續以有效控制成本的方式提高可靠性呢？這只能透過建立在合理的科學實踐基礎上的強健的區域規劃來實現。好消息是這些事物我們今天已經能看到了。這讓我回想起 1914 年的底特律電氣公司。這張圖片中的這輛車的主人是斯克內塔第的電氣奇才 Charles Proteus Steinmantz，他恰好是我母校聯合學院的教授。Steinmantz 將數學與科學的嚴謹性帶入了電氣工程領域，這種根據實體科學的觀點在上世紀為我們提供良好的服務。然而，我們不能自滿。前面的路越來越陡，風越來越大，車道越來越窄，而且沒有護欄。在旅途中，新的危險不斷出現，其中一些是故意設置的。

我們剛剛開始利用資料的力量來了解系統背後的科學原理。模型和分析不斷湧現，以幫助描述不確定性並約束整個動態系統，我們永遠是這個系統的學生。實體科學是必要的，但與可靠性的其他科學層面相比，它不再足以定義和評估可靠性。首先是系統科學，隨著跨領域交互依賴關係的不斷發展，系統科學方法旨在幫助生成模型或現實的簡化版本，以幫助我們理解重要的方法，盡可能地將研究課題以保留相關的關鍵要素為前提進行簡化。我們可以理解現實問題的關係和結構複雜性，這些問題是由特定現象及其環境的交互作用產生的。例如，隨著我們看到電網的進一步融合，天然氣和電力運輸在電網系統中發揮著越來越重要的作用。接下來是社會科學，特別是消費者在電網邊緣的作用。設計未來可靠的電網是比較容易的部分，承認其中的人性是一個挑戰。

韌性和公平是社會問題所固有的。社會科學方法旨在評估個人如何聯繫、理解電網相關技術和目標並做出決策。最後，風險科學。我們正在進入一種與過去不同的營運模式，無論是與天氣相關還是網路安全相關。電力系統最初開發時假



設最終使用負載將以可預測的方式發生可預測性變化，並由集中式發電進行調整來適應而不需要頻繁的劇烈變動。它還假設可靠性風險來自自然的、無相關性的事件。因此，傳統模擬分析通常會基於確定性的方法。

然而，這種方法不足以應對未來可變性和不確定性增加的情況，必須積極管理風險。透過風險科學方法量化不確定性，不僅可以幫助電網營運商更有效地部署與搬遷，還可以讓財務機制能盡可能降低風險，並刺激韌性投資。技術進步、不斷變化的社會和客戶偏好正在推動電網轉型。穩健的區域規劃對於保持資源充足性、運轉可靠性、韌性、供應鏈都很重要，同時尊重相互依賴性、消費者和新興風險日益成長的作用。當我們共同努力為所有利害關係人提供價值體系時，我們就成為了顛覆者。透過這個過程，公用事業和社區都可以變得更強大。謝謝。

**主持人：**

**EPRI 整體電網和能源系統副總裁 Daniel Brooks**

**小組成員：**

**TVA 執行副總裁/營運長 Lanny Nickell**

**SPP 執行副總裁/營運長 Don Moul**

**電力工程師公司總裁/執行長 Hala Ballouz**

Daniel 12:20 我只想對 Andrea Staid 和 Gil Bindewald 表示感謝。Andrea Staid 在 EPRI 的氣候韌性小組工作，Gil Bindewald 在能源部和電力辦公室工作，為我們提供了最初的 Chauncey Chats。非常精準快速地將主題介紹出來。感謝他們，請給予他們熱烈的掌聲。我知道你們很多人都坐立不安，一直在尋求電力系統的準確性和安全性，所以我才來這裡參加會議了解有關情況，我們終於來了。到目前為止我們所聽到的一切確實為我們正在做的事情奠定基礎。我不知道是否該總結一下到目前為止在會議中聽到的內容，電力部門絕對是實現脫碳未來的基礎，這點是清楚的。

另外，我們移動與利用電力的方式必須做出改變。如果你看我們的模型，如果你聽 Gil Bindewald 或其他人的演講，如果你去了解為了實現未來目標，所使用能源中電力占比應該要多少，這對今日的美國很重要。目前有大約 20% 的能源消費是電力。歐洲也很類似，也許低了點但類似。亞洲，跟全球的 20% 也很類似。我們的模型顯示，在美國，為了在 2050 實現淨零排放，能源使用中電力占比將從 20% 成長到 40% 到 60%。而歐盟的模型則將從現有的 18-20% 成長到 45-50%，這些數字基本上是現今社會對電網依賴程度的 2 到 3 倍。

先來了解一下，社會經濟、福祉、健康、繁榮，仰賴電力部門的程度都提高 2 到 3 倍，所以電力部門該有的可靠性和韌性是什麼？我不知道 APP 裡有沒有描述，但是在之前的分組會議中有說，我們必須確實讓人們了解，經歷能源轉型時，要維持相同的社會風險水準該具備哪些條件。如果對電力部門的依賴增加 2 到 3 倍，卻還要維持相同風險水準，那如何保持現在的可靠性和韌性，這個問題本身就問錯了。正確的問題是，經歷巨大的變化時如何相對應提高可靠性和韌性，以及誠如 Staid 在前面的分組會議提到的，這都是面臨氣候變遷時所必須具備的。遇到意圖不軌者試圖對我們的成果進行實體或數位攻擊，隨著數位足跡方面的脆弱性上升，全部聽起來都消失了，我覺得很可怕，不能再繼續這下去了，這是絕對必要的，必須發生。經歷大規模轉型，必須弄清楚如何提高電網的可靠性和韌性，因為如果電網不能成為基礎，實現淨零的時間與成本就會顯著

增加。

因此，我們要做什麼才能到達目的並不重要。你如果覺得很沉重，不用擔心，這裡的 3 位專家會告訴你該怎麼做。我們要討論的就是這個，討論實際情況，很高興有 Hala Ballouz 的加入。Hala Ballouz 是電力工程諮詢公司的總裁兼任執行長，他們與許多公用事業合作開始研究轉型。Don Moul 是田納西河谷管理局資源管理營運長兼任執行副總裁，負責維持美國主要電網供電，而 Manny Nickell 則是西南電力公司的營運長，維持美國電網大部分地區的供電。每一個都有獨到見解可以分享，我們也非常非常希望各位...即使在他們的開始談話之前，也可以開始解決這些問題，這是一個重要的話題，想聽這些人聊什麼，就直接把問題輸入聊天室，我們這裡會看到。所以，沒問題的話，從 Hala Ballouz 開始。先警告各位，這場分組會議可能會變成有關世界末日之悲觀與厄運的討論。希望各位能以正面態度面對。Hala Ballouz，請告訴我，你認為實現淨零的挑戰與機會是什麼？

Hala  
17:43

全球經濟和能源領域的重大轉型正在發生，不只是美國，而電力部門即將實現將交通、供暖、製冷等一切都電氣化。如你所說，這對經濟、福祉、消費者的生計與生活都很重要。如果這樣你都不害怕，那我不知道還有什麼會讓你害怕。在特殊事件發生時，會場裡的人應該擔心是否有汽車能載人去醫院、去買雜貨，取暖與冷卻已經不是像 50 年前的開燈關燈那簡單了。過去我們是垂直整合的，我們能夠控制電網供應鏈的每個部分，然後我們直接轉變到今天的狀況。今天我們真的開始討論，我們也必須意識並理解我們今天所處的位置。我們現在的系統不像 50 年前那樣擁有大容量。我們已經充分利用了系統的容量。我們引入了改變格局的分散式能源和技術。現在，即使不是今天，在不久的將來，分散式系統將決定大容量能源系統的平衡，以及我們如何弄清楚如何達成。

正如我們在 2022 年 12 月看到的那樣，北美有 13 個結冰事件，導致需要宣布進入輪流停電緊急狀態。這些韌性條件和持續升級的極端天氣條件將使事情變得更困難。如果你深入研究我們面臨挑戰的每個實例，你會發現無法計算所擁有的資源，無論是透過互連系統還是在輸電線路之間，而你只是擴大規模和分配。我們只是還不知道該怎麼做。

因此，這裡的重點是我們擁有工具和規劃工具、規劃策略和建模工具來完成我們今天所需要的工作。所以我們坐在這裡參加這次會議、這次對話，每個人的想法都是系統整合。我們知道該怎麼做嗎？這應該是從形式上看的。那我們做什麼。因此，我希望已經出現的這張投影片中，它確實總結了我們正在討論的內容。

今天早上我要談很多關於負載的事情。每個人都這麼做了。是 2 到 3 倍，算兩倍吧。你知道，如果我們將交通運輸的一半轉化為電力，那負載量將是我們今天的兩倍。最重要的是，我們有滿足需求的能力嗎？我們知道我們需要 15 或 20 年才能獲得某些基礎設施的許可。我們有計劃這樣做嗎？我們現在必須知道天氣狀況，今天早些時候我們就聽到了這一消息。我們需要能夠為這些做好計劃。我們需要擁有工具和規劃流程來達成並增加電網的可再生能源。

因此，對我來說，投資於任何等級的規劃能力都非常非常重要，而且比理解那是回到未來更重要—這是最喜歡的電影之一，我即將結束，今天我們將回到整合。你知道，我並不是說我們應該進行垂直整合，我的意思是我們不能回到過去，但我們正在呼喚我們用來操作整合系統的東西。因此，我們需要弄清楚如何達成，我將引用你所知道的一些內容，這使其成為一個全球性問題。我們確實

必須考慮昏暗的日子。我們需要制定流程和標準，並統一建模和我們所做的其他事情。我們不能因為它太大了，我們每個人都無法達成。謝謝。

Daniel 22:10 所以，Don Moul，我會注入一些恐懼，讓我們回到正向的一面。這是積極的。這樣的恐懼是正向的。好嗎。

Hala 22:18 我喜歡。那，從今日觀點而言，你想說什麼呢？

Don 22:21 感謝今天有機會來到這裡，Daniel Brooks 和 Hala Ballouz 概述了我所說的一個能掌握機會的目標導向環境。我們需要做很多工作並共同努力，以確保我們能夠支持未來可靠且有韌性的電網。有必要實現我們正在談論的電氣化和經濟脫碳。你知道，TBA，我們是一家聯邦公司，有責任讓田納西河谷地區的人們生活得更好，這為我們所做的一切奠定了背景。

當我們思考如何達成時，電力與經濟發展的共同點是負擔得起的、可靠的和有韌性的，它為河谷地區帶來了就業機會並創造了低成長，這是你必須在長期規劃過程中考慮的因素，然後是環境管理。我們如何確保我們以盡量減少對環境影響的方式達成？我們與 153 家直接為產業和社區服務的在地電力公司合作，以便我們能夠考慮到對我們如何達成有要求和期望的不同觀點。

當我們審視現在的狀況和未來的發展時，我們發現過去幾年發電量僅成長了 1000 MW。我們預計這種情況會持續下去。因此，這給發電、需量反應、低控制以及我們如何有效管理帶來了更大壓力。你會看到我們一些歷史悠久的煤炭資源轉變為新型資源，可再生資源具有較低的碳足跡，但也帶來了一些可變性挑戰，你必須將其納入你的計劃中，以便你能在正確的時間提供正確的資源來支持可靠性需求。然後，當我們談論韌性時，我們所看到的這些極端天氣條件確實給電網帶來了壓力，其方式我們可能以前沒有經歷過，或者在最近的歷史中可能沒有經歷過。

去年冬天，你們中的許多人在美國中部和東部經歷了埃利奧特風暴，這是我們 20 多年來所見過的最寒冷的氣溫和極端天氣。可見我們的建模和系統學習並沒有有效轉化。那，我們如何在營運區域內善用預測工具來確保我們準備好應對挑戰呢？我們如何確保我們的儲備足夠強大，能夠在冬季和夏季的一些極端天氣條件下運行？TBA 處於獨特的地位，因為我們是擁有雙尖峰的公用事業。我們的夏季尖峰，大約 33,000 MW，與我們的冬季尖峰相同。但 7 月下午 4:00 尖峰所需的電源組合不一定與 1 月凌晨 4:00 尖峰所需的電源組合相同。

你如何將這一點納入你的規劃過程中，以一種既能讓你高效，又能確保你盡可能負擔得起的成本，你正在建立一個多樣化的投資組合。所以，這就是我們關注的事情。在過去八年裡，我們在電網和發電資產的資源和基礎設施方面投資了約 180 億美元。我們希望在未來十年繼續這樣做，以確保我們建立可靠性和韌性，這將是發電資源的組合。我們需要能夠利用陽光和風的設備，但我們也需要能夠在系統需要時調度的設備，以及我們如何有效地整合全部資源。

最後，我們與在地電力公司進行協調，直接為能源人員提供需量反應、負載控制和能源效率服務。那我們如何共同努力，為我們的操作員提供更多工具。我們處於使系統正常運行的第一線，因為我們看到全部動態都在不斷變化，而這些變化在未來將變得很重要。因此，進入這個產業是一個激動人心的時刻，但這也是一個獨特的時刻，我們面臨著一些挑戰，需要我們共同努力尋找一些解決方案，因為我們中的許多人已經在小組討論中討論過這個問題。電力系統成為

脫碳未來的推動者這點很重要。我們必須做得很好，才能讓我們的系統的廣大用戶接受我們所走的道路。因此，我們有效地達成很重要。期待討論。

Daniel 28:03 謝謝。但我注意到你帶著笑容說出可怕的評論，這可能讓我們有點擔心。很多 Don Moul 談論到的目標、機會、環境及規劃流程。我知道你們一直在西南一帶做一些發電及輸電相關的研究，而且你們正在做的這些研究已經有些人在追隨。告訴我們從你的角度看到了些什麼。

Don 28:28 讓我從你所勸告的一些積極的事情開始。我確信我現在比以前工作時更緊張。不完全是我的想法，但是繼續吧，我確實有一些解決方案的想法，並將立即分享。但我想首先定下一些基調，並不是要貶低。我知道在我們來到這裡之前大家都非常積極，但讓我首先談談我們在這方面所看到的和經歷過的事情。我們的尖載系統容量約為 53,000MW，現在是我們的第一大電源，每年約占我們能源結構的 38%。在過去幾年中，煤炭約占 33%，天然氣約占 21%。在我們所看到以及談論過的炎熱夏季，直到 Don Moul 提出來之前我們都沒有談論太多。冬季事件，SPP（美國西南電力區）在過去五年中受到了三個相當嚴重的冬季事件的影響，其中最嚴重的是 2021 年的冬季風暴，我們確實啟動大約四個小時的限電模式，那次事件不僅告訴我們，有些電源你認為可以依靠，但實際上卻不能。

在極端寒冷天氣期間，天然氣和煤炭機組的表現沒有達到我們預期的水準。但出於同樣的原因，我們依靠與相鄰同業的相互聯繫，自鄰近同業輸入了我們約 14% 的需求，當時我們的 14% 的需求是相當巨大的。

從長遠來看，這並不是對 ERCOT（德州電力可靠性委員會）的挖苦，但 ERCOT 最多只能滿足他們需求的 1.5%。如果我們限制在這個數額，我們 SBP 的情況會更糟。讓我們談談我們所看到的轉變。因此，在過去十年中，我們增加了約 28,000 MW 的風力發電量，我們現在總共有 32,000。與此同時，在過去的十年裡，我們看到大約 8000 MW 的火力發電退役，所以這導致了兩件事。

第一，我們的備轉容量率正在下降，我們現在大約是 20%。七年前我們的比例是 30%，我們的要求，最低要求是 15%，我們還看到風險大幅增加。我們以前有 12% 的備轉容量率，如果我們不改變的話，12% 的計劃備轉容量率要求將會高出 30 倍。預計負載損失將比七年前高出 30 倍。預計未使用的能源將高出 500 倍以上。只 7 年多的時間，風險急劇增加，導致我們不得不提高 PRM 要求等。

順便說一句，除此之外，還有一點低成長。在過去三年中，我們發現夏季尖峰成長了約 3%，冬季尖峰成長了約 5%。你可以購買全部因素，這讓調度中心的工作變得非常非常具有挑戰性。我們的員工幾乎每天都在努力確保他們能夠應對所面臨的史上最高的不確定性。讓我們來談談風的波動性，因為這對我們來說意義重大。當風很大時，將導致我們電能的價格和市場價格非常非常低，是全國最好的。我們曾經見證過風力發電發電量高達 24,000 MW，在任何給定時間我們都看到約 89% 的負載由風力提供。今年早些時候的 6 月 6 日，也就是夏初，我們還看到過這樣的情況，32,000 MW 裝置容量的機組僅發出 110 MW。讓我重複一遍，14 個州的風力發電容量為 32,000 MW，其中發電量不到 4%。當某種類型的機組幾乎為零 MW 時，你會怎麼做？你必須有其他東西來支持你，這將繼續是我們前進的挑戰。

現在我已經談到了解決方案，我們確實有一些解決方案，我們正在研究今年年初創建的一個由法規機構、董事會成員和成員代表組成的團隊，以改進我



們的資源適足性政策。這是第一個工作事項，我們必須改進我們的政策。我們還需要提高電網的韌性。我們可以透過增加交換能力來達成。我們一直在獨力奮戰。

我在會場看到 John，感謝你與我們合作，但我們必須增強韌性。還有很多其他機會可以提高交換能力。最後，這是一個長期的解決方案，我們必須開發一項新技術。

如果我們要繼續按照我們一直在進行的方式轉變，我們就必須有替代的基載電源。我們需要放慢速度。順便說一句，我們需要放慢腳步，直到我們能夠把其中的一些事情落實，直到我們能夠把它做好。過渡的最大干擾因素將是停電。

Daniel 34:54 謝謝你。一些聽眾提出了問題。請繼續提出問題。一些人提出了問題，這個問題已經在這裡了。你提到了規劃和整體規劃的流程，你提到了資源應用程序，你提到了我們必須擁有全部。因此，我只想直接詢問你我們現在正在使用的規劃流程，你和你的團隊正在使用該流程。你的團隊與公用事業公司的合作情況如何？我們現在用於確定供電能力的規劃流程是否能夠提供我們社會所需的風險水準。

Hala 35:37 儘管他們聽起來很合理，我不想執行這些計劃流程，這是我早些時候談到的放鬆管制的市場和邊際成本定價或能源市場

我們沒有的是，激勵長期投資的市場，這就是我們所看到的，我不是在談論 EPRI，但總的來說，我們在整個北美都看到這種情況。

維持容量市場的成本價格如此之大，已經備受質疑。我不是唯一一個談論這一點的人。所以我們需要，我們需要護欄，這就是我所說的。這裡有一個關於可靠性的問題。我們可以解決這個問題，但我們需要能夠確定我們需要什麼來進行系統整合並對此進行指導。這是一種不同的方法。我們不應該害怕它。這是一種不同的方法。

Daniel 36:33 因此，重新設計市場是你的首要任務，好的，出色的規劃流程，是，你們必須小心，對吧？但是 TDASPP，你的規劃流程現在已經存在。這些是否仍然需要發展，或者它們是否能夠提供未來所需的東西？

Don 36:47 他們絕對需要發展。事實上，這得到我們的法規者、團隊成員以及一些董事會成員的關注，我們順便說一下，這是真實的事情。他們只是保持真實。代表能源資源和充足的領導力。但他們最關注的是改進規劃流程，其中之一就是我們必須弄清楚如何妥適分配資源。我們在冬季風暴期間看到了，尤里，這是我們在其他事件中看到的問題，也許我們過度歸功於此了。因此，我們必須改進評估方式，以便知道在最需要的時候可以依靠什麼。我們必須開始將韌性的價值納入輸電規劃過程中，以便了解從這些輸電系統升級中可獲得的所有價值。我們必須開始為極端天氣做好準備，作為傳輸規劃和資源規劃過程中的一個想定。我們必須開始弄清楚需要多少可靠性屬性。全部都在我們的關注範圍內，致力於制定尚未制定的政策。

Manny 38:03 所以我會回應這一點。基於很多關鍵點進行規畫對於整合到流程中很重要，我要增加的兩點是，1.在 TBA，我們正在啟動一個整體資源計劃規劃流程，我們將讓利害關係人參與其中以確保我們改進流程和發電組合的機會，並對如何有效地達成有廣泛的看法。然後，所有人都需要繼續關注和發展的另一部分是，我將再次圍繞需求負載控制和需量反應來討論，這對我們未來的工具箱來說是

一個很好的工具。我們如何有效地為其構建流程、為其定價，以及在我們的整體規劃流程中，我們如何考慮那些對可靠性、頻率響應等很重要的關鍵輔助服務？因為作為一個系統，如果我們要透過不同類型的動態變化或挑戰來維持可靠性，並確保將這些因素考慮在內，我們就需要這些對我們的成功很重要的因素。

Daniel 39:21 因此，一些人提出的問題提到了可靠性和韌性，它們之間存在一些差異，你是否可以將這兩者規劃到相同的流程中，或者如何將它們結合在一起並規劃流程，所以也許只是讓你失望並讓你絕對投入。

Hala 39:37 我不是維基百科，但可靠性是指你每天對系統進行規劃維持供電的能力，韌性是當發生了你的系統無法承受的事件因而無法供電時的恢復能力，因此你可以透過韌性來應對。因此，舉個例子，這將涉及我在尤里期間想談論的兩件事，我是 Texas 的租戶之一，我已經四天沒有電了，還不知道要找誰解決這個問題。我們的辦公室，買一些小型加熱器。你知道，在正常的可靠性條件下，我會把我的電動車併入電網使用。但老實說，如果我知道在這種情況下我們可能會失去電力。我不知道我是否會提供我的電動車，因為我稍後需要它。這就是計劃之間的區別，如果你的計劃不同，你必須了解客戶的條件和行為、需量反應、它的外觀、你所依賴的數百萬種東西，它們是不同的，對可靠性感到抱歉並不表示韌性已經解決，這就是為什麼我們看到今天所看到的情況。

Daniel 41:04 因此，也許可以將其納入你參與的計劃中，事實上，美國正試圖透過最近發布的法案命令來幫助我們解決其中的一些問題，極端天氣是你在輸電規劃中的一部分考慮因素，確實如此，你們如何在規劃過程中處理韌性與可靠性？我想說，幾十年來，我們在規劃過程中解決可靠性需求方面做得非常好。

Manny 41:24 我想說，幾十年來，我們在規劃過程中解決可靠性需求方面做得非常好。我們沒有做得很好的是解決我們的韌性問題，你知道，韌性正是我們在冬季風暴地區所經歷的。這是一個極端事件。我們能夠承受得住它，因為我們的輸電網已經具有固有的韌性，這足夠嗎？可能不會，因為顯然我們需要卸載，但如果沒有我們已擁有的，情況會更糟。這就是韌性，這就是我們必須在規劃過程中開始做更多事情的地方。

Don 42:10 我同意，Daniel。我們必須考慮場景規劃，它強調我們的正常規劃流程，並幫助我們了解系統在這些場景中將如何反應。然後制定緩解策略，以便我們能夠應對任何極端情況，提高效率很重要。

Daniel 42:39 很多問題，我要開始挑出你們中的一個人，對你們一點點挑剔。他們中的一些人會帶著你的名字進來。所以只要知道是這樣的事情就可以了。

是的。所以你之前說過你認為我們需要放慢速度。你所說的放慢速度是什麼意思，它說聽起來我們需要加快速度，我們需要加快去飽和度，放慢速度，你在說什麼？

Don 43:00 這完全取決於你的觀點。當我說放慢速度時，我真正想說的是，讓我們放慢目前機組的退役速度。我們仍然需要他們。在我們擁有更多電池、更多儲能以及像是 SMR 等新技術之前，我們仍然必須擁有你所知的、在需要時可以信賴的機組。還有其他答案。提高在可能不像你那樣受到影響的地區之間轉移電力的能力是一件大事，能夠利用不同的資源。我們有巨量的風能。我國部分地區擁有大量太陽能。讓我們找到一種方法來連接和共享這些資源。我們必須明智地達成，才能可靠地實現更清潔的未來。

Daniel 42:53 但讓我提一下 MTVA 上的 SMR，它確實在研究該技術，並在某些方面領先，試圖幫助他們部署該技術。你們認為，從長遠來看，當我們需要這些清潔能源公司技術時，需要哪些合作才能將它們帶到最前沿？

Don 44:13 是，所以，我們現在與 Ontario 發電公司（GE 研發 SMR 的公司）建立了合作夥伴關係，為 SMR 開發一些設計基礎，這對未來很重要。

當你研究如何使經濟和電力部門脫碳時，核能發揮著關鍵作用，開發 SMR 可以靈活地為我們提供反應所需的資源類型，並整合到可再生能源中像風能和太陽能以及其他對未來很重要的事物。其中一個關鍵因素是如何支付費用以及如何啟動第一個機組的過程中構建足夠的功能，以便使其成為產業的可行選擇。

這就是我們關注的重點。這將是我們未來五年重點工作的一部分。

Daniel 45:18 謝謝你，Don Moul。你提出了能源市場重新設計的問題。人們感興趣的是在重新設計市場方面需要做什麼，以確保你真正重視研究提供的服務，無論是能量、容量還是穩定性、系統慣性，其他輔助服務。有沒有一條途徑，一旦我們談論合作和所有方面，我們必須共同努力，什麼是一個過程，什麼過程能讓我們重新設計所需的新能源市場？

Hala 45:51 別當我是天才。但重新設計並不一定要考慮能源市場的現狀。為了重新設計你必須開始，你不能扭曲它。

主要的問題是我們一直依賴能源市場，我不知道為什麼要進行長期投資，這不適用於我們的電力產業。事實上，MIT 的一項研究和另一項研究表明，我們不具備導入競爭性能源市場所需的六個要素。因此，我們必須重新考慮並決定我們要使用這些即時調度與短期驅動，以確保我們率先獲得最負擔得起的電力，但長期投資需要另一種結構，這就是我所說的。這裡存在一些問題，即法規機構或其他機構應該做什麼。我們需要找到一種方式說，就是這樣。我甚至說這是一個實體，RTO 或其他說我需要這種類型的行為生成的實體。這就是它應該表現的方式，我在這個領域需要它，並呼籲舉行拍賣，以便能夠至少在一段時間內開工，直到我們重新站穩腳步，我們擁有強大的系統，具有更強的韌性能力。然後我們就可以回去了。我們不必拘泥於我們的設計。每個國家的衰落都會導致每個制度的改變，因為他們拒絕改變自己的衰落。是時候了。

Daniel 47:36 你看到很多方面都有這個現象了嗎？

Hala 47:38 是，沒有什麼是你做不到的。只是我們必須攜手併進，我們必須知道我們必須擔心，如果我們現在不盡我們所能做任何事情，那不是你所害怕的。

Daniel 47:54 我還有一個問題。那談談政策調控能產生什麼作用。美國最近的政策與 IIRA 基礎設施法案以及 IRA 相當。你們是否都覺得這些政策實際上有助於應對挑戰，這些政策推動我們朝著正確的方向前進，並坐在華盛頓特區，以便你可以控制自己。我們保留了我的答案。

Don 48:25 所以它是雙面刃，這些政策將讓一些產業回歸，幫助我們的供應鏈，幫助滿足我們都認為重要的一些安全需求。但它也造成了經濟發展和低成長，以及在當代環境中面臨的挑戰，我們正試圖從現有的一些電源轉移到未來的電源。所以，其中有一個因素可能會有所幫助，但這需要時間，我一直在傾向於這一點，你知道，確保時間以進行強有力的轉移，以便能夠支持我們採取這一行動時的

可靠性和韌性。這是一個重要的因素，它們是帶來機會和挑戰的推動因素。

Manny 49:21 我同意 Don Moul 的觀點。我確實認為，目前所提供的是創造力的機會，它正在引發創造力，我希望我們也能利用其中的一些機會。我的意思是，我們已經在嘗試為我們的一些專案從能源部獲得資金。所以，只要我們能得到一些，它將到來並幫助我們抓住這一點並繼續前進，以增強韌性。

Daniel 49:59 問題又回到你身上，很多人都想聽到答案。你提到了我們需要的替代清潔技術，但我們現在還沒有。那你有什麼想法呢？

Don 50:13 所以沒有什麼比處於現場更好的了，但我自己這麼做了，所以我很欣賞這個問題。你提到了 SMR，這很能說明問題，還沒準備好。這在商業上不可行，但這是一個巨大的機會。儲能電池的問題則是它必須續航超過四個小時，它必須是 12 小時，24 小時，幾天。如果我們能夠獲得更長壽命和更長放電時間的儲能電池，這在技術方面是一個巨大的機會。但你知道這一切的挑戰，而且還有其他想法。我見過他們，我聽到過他們。事實上，我已經看到很多 IRP 正在開發中，只是還有待確定的地方。這是有待確定的。但空白處什麼也沒有。它只是說待定。所以我們必須弄清楚。它不可能只是其中之一或其中兩個。它必須是這些的倍數，因為這又與資源多樣性有關。你必須擁有不同的技術，你可以長期依靠它們。

Hala 51:30 我們需要長期儲能來處理某些事情或虛擬 5 個計劃，我們可以將其用作長期儲能或需量反應。因此，這並不一定總是如此，我對聯邦政府這方面一無所知。

Daniel 51:47 是，我知道他有一個專案，這是在午餐聊到的。他還沒有告訴你們在長期儲能的進展。

Manny 51:55 又是這樣，不是，這在商業上不可行。

Daniel 52:01 也許該換個話題了。我將帶著問題離開這裡。我們將回到你正在討論的內容，請繼續討論它們。但我很想聽你們在系統互連方面所看到的內容。因此，我能夠與 John 和我單獨一起工作，然後在幾週前與你們 SP Keyboard 一起出現。我聽到你們都在談論如何有數十 GW，已簽署互連協議的發電廠實際上並未連接到電網長時間處於閒置狀態。一旦他們完成了連接過程，我們需要做些什麼來改進它？首先，是什麼推動了這一點，然後我們需要做什麼來改進它？因為我們需要電，對吧。你需要所有能得到的電。

Don 52:52 我們當然這樣做。事實上，你之前問過我在我們的佇列中看到了哪些 SVP。我們實際上已經處理了大約 14.5GW 的太陽能、風能和電池。他們已經簽署了互連協議，但沒有繼續推進。那讓我給你一個更驚人的數字。事實上，我們 RTO 自己進行了調查，發現轄區內簽署了互連協議的發電量約為 260GW，因為這是一個初步數字。我們聽到的事情之一是供應鏈，這也是我們聽到的原因之一。我們還聽說市場不合適，價格太低，所以目前建立這些資源是不可行的。

Manny 53:49 對於我們來說，Daniel，挑戰在於互連過程的另一側，我們透過佇列獲取互連請求，並確保我們了解哪些是可行的，哪些可能只是占用空間，哪些實際上是可以使用的面板和土地。因此，我們正在研究如何使我們的流程更高效和有效，這樣我們就可以與那些擁有聖經計畫的人合作，這些專案可以為電網增加百萬瓦的電量。因為我們致力於增加我們的太陽能產品組合。

- Daniel 我知道你們幫助了很多公用事業。  
54:29
- Hala 我們確實這麼做了，實際上我們也有開發商在連接過程中啟動了可再生能源專。我們確實需要改革，我們再次需要一些東西，讓我們能夠，我呼籲黑暗的事情，我說過，因此，我們需要一些東西，能夠讓 RTO 仔細檢查這些計畫，並根據其對所在電網的價值來改變流程並共同努力，加速那些對可靠性和可靠性有意義的專案。同樣，我們需要一個額外的機制來實現這一點。  
54:30
- Daniel 想要嘗試結合這裡出現的幾個有問題的主題。因此，問題在於分散式能源電網邊緣資源在該解決方案的未來發展中的作用是什麼，我們需要什麼，以及由於數位化而從網路而來的額外威脅向量，與之相關的挑戰是什麼。一切都在那裡。首先，你們對分散式電源和電網邊緣有何看法？這是我們所說的答案的重要組成部分嗎？這絕對是答案的一部分。  
55:08
- Hala 因此，首先是需量反應以及涉及需量反應，我們應該認識到，除了我們已經擁有 ED 即將推出的太陽能屋頂和電池這一事實之外。因此，無論我們認為它是否有價值，它都會向我們襲來，我們需要數位化。我看到這個問題了，配電網，我相信你們大多數人都知道並不是所有的配電網都是數位化的。並非每個配電網都有 AMI。但我們在電網邊緣擁有巨大的資源。如果我們的消費者，如果我想要擁有一輛電動車和太陽能電池板，我已經參與了系統的能源平衡，我們必須首先數位化，我們必須允許自己利用數據和優質資源，我們與客戶的合作肯定不完全同意這一點。  
55:46
- Manny 我們都必須明白，配電層的配電系統控制、負載控制和自動化是我們所設想的未來世界的關鍵。你知道，我在這個產業已經有一段時間了，我記得在 TBA，當我們第一次實現輸電網自動化時，那是多麼可怕，對吧？以及我們如何實現發電機組的自動化以及那是多麼可怕。這只是另一種演變，也是我們今天必須解決的問題。  
56:44
- Hala 所以我要對此進行補充。所以我們正在談論這個非常非常大的事情。我們花了數年的時間來實現傳輸和調度的自動化，這只是我們優化的數百或數千個節點，這些節點現在是我們的變電站，然後回到擁有新的規劃工具和方法的挑戰，這是可行的。但現在我們要看消費者的。我們有數百萬。如果我們看看他們背後擁有的資源，那平衡當局或我們需要確保的人需要查看和優化數十億點，因為我們將被叫出來在緊急情況下說，你做了什麼  
57:19
- Manny 需要一些投資，對吧？我的意思是，為了有效地達成，我們必須在電網營運商方面和配電公司方面採用新的工具和技術。因此，它並非沒有基礎設施可調用，但它是我們未來的關鍵要素。  
58:02
- Daniel 我們還有大約 5 分鐘時間。最後我想給大家 1 分鐘時間。所以這真的是小結。所以，在這裡提出這個問題，我想我們已經回答了其他問題，但也許我們沒有適用於能源市場的重新設計。我們要做什麼才能確保資源能夠在需要時貢獻能量，無論是極端事件，還是只從負載的角度來看？我們要做什麼才能進入能源市場，你們在市場上，你們要做什麼？  
58:23
- Don 首先，我非常喜歡胡蘿蔔棒子兼備。你不能只拿胡蘿蔔，也不應該只拿棒子。我確實認為在能源市場設計方面我們可以做更多的事情。我相信那些具有正確可靠性屬性的發電機，他們需要因此而受到重視，否則他們就會消失。這正是我們在這一轉變中所看到的。因此，我確實認為有機會透過適當的價格信號  
58:54



市場提供價值。

Daniel 59:32 我們是對的。我們每人還剩一分鐘。我們會在那一端阻止你並向這邊走來。你被炸毀了。你是今天的國王，今年你可以改變的第一天的事情的女王，無論是跨實體的某種協作，無論是特定的技術，就是這樣。你認為明年需要完成的一件大事是什麼，以確保我們透過增加我們的責任和復原力，將社會面臨的風險保持在與今天相同的水準透過這個轉變？這是一個大問題，你的大事是什麼？

Manny 1:00:10 我的大事？變暖。所有人都必須做的一件事是吸引更多廣泛的觀眾。對在座的人來說，只了解這個問題不夠。我們解決不了問題，連法規機構也不理解這個問題，他們正在實現目標，還沒有完全到達目標，但正在邁進。公眾也必須了解這個問題，我們必須做好溝通工作。

Don 1:00:41 也給我看看那個。所以 Manny 會偷走我的一件東西，所以我會把它轉而專注於儲能解決方案。儲能解決方案對未來很重要。我們已經有一段時間沒有在這方面取得突破性技術了。我們可以做些什麼來更有效地利用可再生能源並增強我們系統的韌性嗎？

Hala 1:01:17 我想說我們需要建造。我們說我們現在需要開始建造，但是我們要建造什麼，對嗎？所以我回到計劃。如果我有一個願望的話，我希望我們大家能夠坐下來，為大家標準化一個新的整體規劃方式，這樣我們就可以著手去做。即使它包括一些關於哪些技術將會出現或不會出現的標準捷徑，只是為了讓我們能夠開始填充我們需要滿足的基礎設施、我們即將要做的電氣化以及一切，以邁向堅實的未來。關於這一切，這是一個很好的起點。

Daniel 1:01:58 很棒的答案。我想最後發言，因為可以登上主持人的講台說這句話。利害關係人之間的對話似乎存在分歧，認為電網的可靠性和韌性在某種程度上與實現清潔能源轉型目標相矛盾或不利。我發現，在某些領域、某些對話中，事實並非如此。電網的可靠性和韌性是能夠在最經濟、最高效的時間內實現脫碳的絕對基礎和先決條件。如果我有我的一件事它可以追溯到協作，我們需要找到一種方法來傳達該訊息，讓所有人在確保做必要的事情方面保持一致，在短期和長期以及其間的每一秒，確保電網能夠真正支持目前社會需求的 2 到 3 倍用電。我們可以共同努力達成。我坐在觀眾席上的朋友是來自南非的 Andrew Phillips。他說南非有句諺語，也可能是來自南密西西比，「想走得更快，自己走；想走得更遠，一起走。」我們必須齊心合作，才能走得更遠。我們必須弄清楚如何快速達成，儘管這是我們面臨的挑戰。因此，我至少很感激讓這些人遍布世界各地。

因此，即使我們晚 15 分鐘開始，我們也會用午餐時間來彌補。你們有一個小時的午餐時間，我們將在 1:15 回到這裡開始。謝謝。

**第四場小組討論：提高用戶靈活性**  
**打造更具靈活性和韌性的電網，實現電網現代化，實現靈活性營運並維護用戶能源安全。**

**Chauncey Chats：確保輸配電資產安全**

EPRI 配電資產研發總監 Drew McGuire

司儀

各位女士先生，請入座，會議即將開始。

00:06

Drew

00:30

午安，我是 Drew McGuire，在 EPRI 工作，現在住在北卡羅來納州夏洛特，但我是在阿拉巴馬州北部的一座小城鎮長大的，龍捲風在那裡很常見。家家戶戶會買警報器來示警，在學校進行龍捲風演習，把計畫都安排好，習慣暴風雨臨時停電，都是生活裡的一部分。

小時候，我腦海裡有一張美國地圖，對應各個地區的典型自然災害，龍捲風、海岸邊颶風、山脈冰雪、西海岸地震等。回想起來，這是一種非常簡單的世界觀。隨著成長，我很快了解在具備良好韌性的世界之下，事情比我能理解的複雜得多。

如今一提到韌性，就會想到風暴、野火、實體攻擊、太陽閃焰，總是想知道威脅未來幾十年會怎麼變化，儘管現在可能面臨更多韌性挑戰，知道也不是壞消息，因為比以往擁有更多技術和創新。

新的監控技術可隨時了解整體資產運作情況。自動化方案允許系統重新配置減少停機，無人機在暴風雨更快提供損害評估，韌性設計減少暴風雨過後需完成的工作。韌性工具比過去任何時候都多。

舉幾個例子，第一個是減少風暴對造成配電損害的方法，尤其是在架空配電設計方面。就實際資料顯示，如果能設計出能減少斷桿數量的配電系統，那電線桿平均維修時間可以減少 60-80%。好，說「拯救桿子」這句話很容易，但事實證明，設計裡的每一個結構都是由許多相互作用的零件組成的高度複雜系統。每一個 Linux 實驗室都開發了獨特的測試站，在這裡可以全面打造配電結構，就像現場看到的，然後故意讓它們承受衝擊載荷，比如樹木撞擊，有助於了解設計的實際表現以及如何提升韌性。

過去幾年已經進行數十次測試，每次都採用獨特的設計，但測試共同目標都是防止斷桿。

測試站的優點之一是結果清晰且可以馬上採取行動。因為在家工作的公用事業工程師可以即時查看測試，得到的結果會在下一次測試前迅速修改設計。

測試站的另一個好處是執行規模，一個測試結果可以影響數百或數千個結構，結構將持續在現場使用數十年，代表逐步改善的設計將在建造時產生長期巨大的影響。另一個備受關注的主題是實體安全。資料顯示，過去五年，與安全相關的事件和變電所幾乎增加了兩倍。實體安全訊息的核心是檢測、阻止和應變。

再次強調，有許多新興技術可以協助。公用事業工程師的挑戰是理解技術、何時與如何部署技術來獲得最大收益。你才會在會議大廳看到類似套管的研究，套管是對變電所設備進行衝擊測試的結果，以便了解資產在實際風險情境中如

何遭受不同類型的安全威脅。在資產展示中，可以看到其他專注安全的研發計劃，研究新技術以提高態勢感知能力。

若發生安全事件，無需派人，能馬上部署即時可見的感應器（可能是機器人或無人機），進入變電所調查情況。有參加去年夏季研討會的話就會知道 SPOT，就是正在研究的應用機器人之一。

雖然公用事業能使用無人機來提高態勢感知能力，但也可能被惡意使用。實驗室正在測試無人機檢測系統，以便了解無人機在金屬和其他帶電設備包圍的變電所環境下如何運作。現在已經有看到公用事業在變電所應用成果安裝檢測系統了。無論是颶風的樹木倒塌、實體安全威脅還是其他韌性主題，公用事業團隊了解風險、了解他們有哪些工具、何時及如何使用工具都非常重要，事情就像我小時候想的那簡單，很高興跟大家分享比過去擁有更多技術，而開發、測試和部署的腳步只會加快。

**主持人：**

愛迪生電氣研究所國際計畫資深副總裁 Lawrence Jones

**小組成員：**

Avangrid Networks 總裁/執行長 Catherine Stempien

特斯拉美國能源市場顧問/政策主管 Arushi Sharma Frank

Lawrence 07:40 午安，我是 SM 電氣學院的資深副院長，負責管理國際計劃，感謝 Arshad 的邀請。聽到很多韌性、可靠性相關重要課題的討論，也討論了世界所面臨的部分全球性問題，談到本次夏季研討會轉型主題時，每個人都在講技術，全都非常好。但這一場是今天最好的小組討論，因為要討論能源轉型最重要的部分，就是用戶，會從兩個角度探討，第一，討論韌性用戶時該用什麼的角度去看？第二，午餐前的小組討論，我好朋友 Lanny 被問到如果他是國王會怎麼做，他說可能會將討論拉到會議場外。希望今天的講者能談一下成為韌性用戶是什麼意思？當用戶聽到韌性時，會怎麼想？代表什麼？請和我一起回答問題，歡迎 Avangrid Networks 總裁/執行長 Catherine Stempien、特斯拉美國能源市場顧問/政策主管 Arushi Sharma Frank。

好，女士們，接下來的討論會非常有趣，之前討論過的問題大多不會消失，如果中間偏離主題，請稍微耐心等待，但我保證這是為了觀眾。也許從 Catherine 開始，簡介一下你的公司，以及你們具體做的事情對用戶而言代表什麼。

Catherine 09:56 大家好，很高興來這裡，午飯後的會議希望不是午休時間。我在東北部經營 8 家天然氣電力公司，可以利用全球同業大量專業知識。有趣的是，今天早上國際小組從那裡收集了東西，從再生能源發電到電網同業，蘇格蘭電力公司，在澳洲還有一間零售商，這在全球專業人士身上很常見。一開始我想講的是，討論用戶可能會從實務面開始，再往積極樂觀面去講。現實是，有接觸到一點，但還不夠。

美國有 44% 用戶屬於中低收入戶，我的用戶可能占裡面的 80%。我的電網公司營運範圍在緬因州和紐約州北部，用戶的收入低，是一個農村系統，非常重視價格。做為一個產業，實現清潔能源的未來機會評估投資時，會重視用戶如何支付帳單，會考慮類似 VPP 的事情，如何利用市場、聚合購買儲能系統還有屋頂裝設太陽能板。那些沒跟上的人呢？他們通常是我的用戶，今年冬天能

源價格若上漲，我要怎麼跟法規機構、政客打交道？你看到他們在歐洲做了什麼吧？我在新英格蘭的用戶，能源費用增加一倍，主要是供應端造成的，但我不經營供應端，因為我只是一個電網業者，但供應端增加的每一項成本都會算到我頭上。

這讓立法機關、政治家、用戶群體、法規機構都在尋求他們能做的事，他們能做的並不是調整或幫用戶降低成本，他們能做的是追殺我，因為我最容易成為目標，我必須考慮用戶，必須考慮自己如何承擔全部能源轉型的費用。我很樂觀，已經做了很多，不只研究用戶旅程，如何跟用戶良好溝通，還做了相當多試點。我很驚訝用戶的關注，他們不但想了解，還想實際參與，嘗試不同的市場工具、App，用戶很投入。我樂觀其成，一切看自己，如何將全部用戶都帶入參與其中，不只是被動等轉型發生。

Lawrence 14:08 回到用戶問題。你多次提到用戶，稍後再對用戶群體進行剖析，好好談談你打算做什麼以及你的用戶是誰？

Arushi 14:27 特斯拉是一個用戶，所有用戶都是用戶，也是你的用戶。每一個人都是用戶，你們都是用戶，每一個活躍在公用事業的人也是用戶。一點背景介紹，15年間，我花更多的時間代表公用事業。

對我來說，成為用戶代表是的旅程是什麼？從 2011 年殼牌天然氣革命早期就跟著我了，UPA 一大堆天然氣公用事業意識到他們突然必須向所有用戶傳遞消息，天然氣來自哪裡，無法標記分子的事實。我一直在講如何教育同時帶領用戶一起體驗。犯錯時，或假設用戶知道的不是事實時會怎麼樣。

加入特斯拉以來，我一直是這個想法，我主要目標是在美國創立、維持和擴展實際能源業務，我負責美國批發業務，批發能源，取得零售商許可，每天實際參與市場，從加州外轉移到美國其他地區，以真正測試在這裡討論的東西，也就是用戶個人是否有興趣參與產品互動，無論是車輛、功率定律。太陽能的牆壁連接器就在家中某側的超級領地上。我有興趣參與下個階段，貢獻投資，便是韌性女性能力，答案有點誇大了，但討論虛擬角色得到不同的反應時，解決方案是，許多特斯拉與利害關係人以及法規機構做的預先工作，全是因為優惠價格。這是澳洲第一個大型電池，鋼製儲能系統，然後是澳洲的 PPP，經驗來自南澳鹽島重大島嶼事件背景下所演變的政策，很好對吧？

電池系統測試之後一直支援各種事件，包括三年前在加州舉辦的多項競賽經營活動，接到州長辦公室的電話，基本是要引導用戶免費參與電網電力出口計劃，住宅牆上裝設 5kWh 電池儲能系統，照做，支援加州野火風險管理的緩解和分配問題。一年內，制定了計劃，對在活動期間實際執行的用戶進行補償，執行付費的概念。然後回到美國的另一海岸，也就是特斯拉總部的德州，那裡的虛擬電廠計劃也已啟動，在一月，我已經跟同一組法規人員開了會議，很有興趣，但不是太興奮或不興奮。一個月內，立法會議召開，電網業者、執行長、委員所有人都被解雇了。為什麼？因為在立法層面和政策層面上，人們不明白，當發生重大危機時，加拿大會發生三種不同層級的事情。

能真實反映系統的變化，就是發電，輸電，配電。提出的解決方案是，應該有一種方法來補償設備的屋主，設備是緊急情況下的可調度系統。不只如此，這裡還有先進的能源市場，讓資源成為批發價格關係的一部分。讓屋主在實際成本市場中得到補償，那部分已經完成，危機時也能發揮作用。最後是完全用戶生活。在 Yuri 之後，所有官員都被解雇了。一位高層問我，為什麼德州人想

要將權力交給政府或政府？這個地方很極度自我決斷、自由主義、個人主義，連政黨都不需要，這就是德州人的生活方式，就是這樣，這裡也是一個願意幫助他人的地方，透過下列方式為用戶做出貢獻，應用程式體驗，即擁有實際的移動應用程式，有車的人都知道，能源產品測試也是如此。手機有個應用程式，可以即時展示所有用戶體驗。人們真的很高興能支持，很有動力，部分動力是將參與計劃的主要選擇權交給用戶。

他們已經進行投資，決定投資損失對個人的價值，為自己購買韌性解決方案，不需要依賴，花 6000 或 8000 美元都值得。然後朝著那個基點前進，好，你做了投資，我要怎麼做才能讓你把不會用到的小部分容量給我？房子一側就有 10 kWh，但你只用 2kWh 管理日常負載，也許你只用相同容量來滾動管理，因為你也有太陽能一直在循環。怎麼鼓勵屋主釋出容量？在德州，使用 Arcot、PC、分發實用程式設計 MVP 程式，都是非常驚人的練習，非常有動力，因為用戶已經變成產銷者，這就是未來。

Lawrence 21:08 之後再聊這個話題，因為我想知道你的看法有關波多黎各發生的事情。Catherine 談到 Avangrid，一部分人在夏季國家，你們 PECO 是多州系統，談談從 PECO 的角度看用戶的意義。可以的話，從更廣泛的角度來談。

Catherine 21:45 是，傳統來說，用戶從公司獲得某種服務或購買某種商品，像某種價值交換，經濟方面提供某種價值，也得到有價回報。有趣的是觀察產業變化，還是有部分公司將用戶稱為納稅人，傳達出一種將用戶視為理所當然的文化。其中之一是期望用戶永遠與我們同行，不讓用戶有真正的選擇。但這個產業很多人確實有在研究，如何為用戶提供更好的服務。但其他產業都是以用戶為本，不會搞有的沒的然後說怎麼賣給用戶，或者弄清楚需要進行哪些升級。他們會說用戶能得到哪些好處？從那裡出發設計出能滿足用戶的東西。一想到用戶，從 PECO 出發，我們是賓州東南部電力天然氣公用事業。擁有約 170 萬電力用戶，約 60 萬天然氣用戶。

提到用戶群，非常多元，人口統計資料各式各樣，用戶群非常多元，有些人面臨嚴重的財務挑戰。PECO 總部位於費城，用戶有大約 30% 是中低收入戶，意思是他們買不起特斯拉，買不起很多人認為理所當然的東西。他們每天都在電費、煤氣費和養家糊口之間抉擇權衡。無論如何轉型，都必須考慮各種用戶群，不能只關心一個領域，目標不同，優先事項不同，不同的公司所採取的措施不同，必須從這方面看，在更廣的角度思考。在城市發展業務時，高貧窮問題再次凸顯，一提到華盛頓特區就會想到巴爾的摩、芝加哥、費城，因為為用戶優先提供財務援助計劃就很重要，所以才要衡量技術、擴大服務和各種工具，既有援助計劃很多，但怎麼讓用戶加入援助計劃才重要。去年 PECO 為用戶提供超過 1 億美元的補助。過去五年，為家庭設施提升補助，金額超過 5 億美元，這都是重要的優先事項，希望各位在討論支持社區以及對社區的衝擊時想一下。我也會將社區視為用戶，不同類型的用戶，整體凝聚力必須納入的。

真正要關注的是不管所處哪一個社區，都要給他們經濟財務方面比過去更好的支援，意思是投資勞動力發展計劃，創造社區的多世代財富，不只是提供援助，也讓他們找到長期工作，以後買得起特斯拉和其他東西，用戶多元性非常重要關鍵，目標不同，族群不同，與用戶一起建立的解決方案，要因群體不同而有所不同，互動方式是非常具體、非常個性化的。

Lawrence 之前，Arshad 談及在這種情況下，不能傷害用戶的經濟支柱，這不只是美國的核心問題，這是全球性的。每一個人都在討論轉型。討論能源轉型時，要



- 26:31 用什麼方式幫助用戶了解會發生哪些事？如何確定以用戶和社區為重點的投資優先順序？從 Catherine 開始回答。
- Catherine  
27:04 順序我會按輕重緩急，因為跟產業從何開始，該做什麼，以及會造成用戶多少衝擊都有關係。以我公司為例，在紐約州北部，民意調查中有 40% 年齡超過 60 歲，變電所已有百年歷史，緬因州的系統也一樣古老，如果看我們農村地區的可靠性統計資料，會發現系統並不先進，供電線路隨便也有 100 英哩，卻只為 100 多家用戶提供服務，這樣的系統很難維護升級。但這些必須改變，才能實現清潔能源的未來。現在是要討論電力跟電力效益吧？希望增加系統容量。我現有用戶就算想買特斯拉，也負擔得起特斯拉和充電牆，但家中的電路無法滿足，系統無法升級，因為是紐約州北部的 4KB 系統，現在要做升級，而且必須提供韌性跟可靠性。舉例來說，去年緬因州立法機構通過一項整合電網規劃活動，由委員會、主要電力公司，以及公用事業同業人員合作帶頭規劃活動。過去幾個月，已經就如何解決問題進行諸多討論，這是利益關係人參與的過程，但應該提供不同選擇對吧？這是 2040 年前實現清潔能源的國家目標。為了實現目標，已經對電動車普及率、熱泵普及率，以及電力系統有多少 DER 做了假設。
- 所以我們做了一個模型，好，系統的韌性或可靠性目標是什麼？就安全 SAIDI 可靠性而言，希望目前處於第四季的水平，還是希望達到第三、第二季的水平？對於用戶來說，希望在何處與同業進行比較？你想從哪裡、從容量，這是你必須做出的權衡。我可以將系統升級為系統的第二季可靠性，假設我在 2040 年之前將費率提高約 3%。我可以計算出增加多少資本。如果到 2040 年，我要將費率提高 3%，我需要花費多少資本？想把它花在什麼地方？如果你想達到第二季的可靠性，只有 15% 的系統製造商能夠實現電氣效益。那，如果我想達到我的電氣化目標怎麼辦？現在能提供以個別電路來看的工具，可以給利害關係人、法規者、政治家、其他產業團體、用戶群體提供相關資訊，來說明希望如何進行權衡。這必然會發生，然後當然會考慮使用每一種工具和其他工具來進行不同的思考。如何在標準化方面取得進展？那該如何進行跳躍性改變呢？我如何查看我的系統，或者至少在紐約州北部運轉迴路？我該如何解決系統問題，而不是升級每一個迴路、每一個變壓器，我採取不同的觀點，我正在消除變電所。我正在增長變電所之間的連線，以便在系統中獲得更多的電量，從而再用一個可以複製的標準化流程一次改進整個電網。但如何以用戶可以承受的成本在 400 個變電所中做這一個部份呢？
- Lawrence  
31:40 也許我希望你能簡單地提出同樣的問題，但考慮到電網的韌性，結合你收到的答覆和問題，特斯拉何時會在汽車上推出 V2G 功能？你是否可以花 2 分鐘來回答這個問題，並結合你對 V2G 測試問題的任何想法。
- Arushi  
32:01 但別介意我剛才問的問題，我知道這個問題是非常引人注目的，上週五，我在波多黎各，基本上與公用事業執行團隊進行了完全相同的對話，並在島上做了其他事情，可以稍後再說。但我想重點關注這個問題，即你計劃做什麼，比如問題是什麼，你如何解決它，對吧。這是一個巨大的事業，這是一個巨大的事業。在一項艱鉅的任務中，我想你希望我能夠討論電網的韌性以及現在正在做什麼和將要做什麼。我要指出的第一件事是，在特斯拉購買車輛的用戶中，沒有一個購買車輛會提供全部。很多人問 V2G，沒有單一的用戶服務，因為 V2G 是優先級。這是與用戶討論的內容，雙向很重要。希望能夠要求用戶確保汽車是否確實在非高峰時段或非稀缺時段充電。可以在車輛中使用切換器為電

器供電，或者他們可用家用電池、家用電池和車輛來做其他事情。這是一個人們對車輛的第二大需求，是改善當前的體驗，以降低充電成本並改善管理充電體驗，這是非常驚人的方式。

兩天前，在德州推出了特斯拉電動車產品。你與零售商簽約，將幫助你在晚上 10:00 至早上 6:00 之間進行控制充電，整個月的充電費用不超過 25 美元，透過這個做什麼？透過計劃所做的事情本質上是這個國家歷史上的第一次，創建了一個完全優化的電網感知充電計劃，真正獎勵用戶改變行為，但也使其真正低風險、低升載。來吧，你給汽車插上電源，然後你就可以處理應用程式的其餘部分了，就像昨天所做的那樣，有很大的不同。

Lawrence 36:50 對我及你們所服務的多元化社區來說。你如何優先考慮在哪裡進行投資以及如何與用戶溝通？

Arushi 36:59 首先，目標之一確實是成為優質的 TNT 公用事業，代表關注用戶的滿意度。你要求自己達到你所需要的最高四分之一的滿意度。這非常簡單。你知道你需要可靠性，需要安全性，需要價格實惠，需要能夠為用戶提供選擇的機會，無論他們希望如何與你互動，以及你希望如何與他們互動。考慮投資時，會考慮所有不同的領域，哪裡還沒有達到需要達到的目標，以及需要採取什麼措施。但與此同時，不能只做數學計算，然後繼續前進。因為追根究底，當你考慮對用戶的影響時，無法承擔壓垮用戶和全部不同投資的負擔。當你考慮用戶帳單時，最終它是使用量和費用的組合。很多人都知道這一點，去年，隨著保證金價格開始上漲，用戶電費開始上漲，Catherine 說，有些人的帳單加倍。它對用戶的日常電費產生重大影響。

在考慮能源效率的同時，必須考慮優先考慮投資，這也能給他們帶來最大的價值，確保你有適當的計劃，真正專注於減少使用，這將是非常非常重要的。然後從選擇的角度來看，你知道我們已經開始注意到中低收入用戶，確實收到了垃圾郵件和很多詐騙資訊，並真正考慮如何更好地教育用戶。當他們選擇更換供應商並轉向有競爭力的供應商時，他們就會明白意思是什麼。但同時，他們也不會成為目前市場上那些欺騙用戶並利用他們非常有限的資源的人的受害者，並確保更好地教育他們，這只是價格的函數。是否正在優化為用戶提供能源的價值？是否以最有效的方式來做這件事，以最有效的方式讓他們獲得增值，然後從數量的角度考慮，我將幫助用戶以比現行方式更有效率的方式使用能源。

最後一點很有趣，負擔能力是討論財務資源有限的用戶，非常高的使用率，如果使用率能減少 20、30%，就負擔得起。但現實情況是，有很多用戶會思考何時為房屋降溫，他們生活在不健康的環境，房間溫度非常高，因為他們照指示去做，試圖減少使用，但是以犧牲健康為代價的。或者，有些顧客在冬天待在家，穿大外套在室內保暖，他們完全照指示行事，減少使用量，他們同樣付出巨大的代價。評估個人用戶、差距和原因時，必須用非常個性化的方法來做，可以了解用戶的細微差異，不能只為每個用戶群設計相同計劃。

Lawrence 40:50 我們要討論一個有趣的問題，請放投影片。獲得用戶信任和忠誠度的一種方法是，首先，信守承諾，然後滿足期望。產業非常有趣的一點是，因為用戶正在將我們與其他產業進行比較。這是按照我的標準對普通用戶期望的定義。將你的想法應用到工業和你的用戶中。事實上，我相信你們所有的觀眾可能都不願意承認這個定義。也許你感受不到它。無論用戶今天購買什麼產品或服務，他們都希望一切都能達到亞馬遜的速度、谷歌搜索結果的準確性、達美樂披薩

零點擊的便捷性、沃爾瑪的每日低價、Netflix 的個性化、新加坡航空的魅力以及阿里巴巴精選的可用性。好的，我希望你能先踏出第一步。確實，確實討論過這個。那首先，你們是否都同意這個普遍的期望符合你們的期望呢？你的用戶誰不同意？

Arushi  
42:24

這很棒。這只是一個小酒吧。音樂劇

Lawrence  
42:27

對我來說，這絕對能滿足你的期望。還有 Catherine，滿足你的期望吧？是的。好的，那現在阿爾伯特準備好滿足期望了嗎？

Catherine  
42:43

這不是我用戶的期望，因為這將是一個驚喜。第一，他們不知道阿里巴巴是什麼，他們只知道新加坡航空，所以他們不知道該說什麼。但我的用戶確實知道沃爾瑪和亞馬遜，這就是我給用戶體驗團隊的挑戰，那就是你的競爭對手和你的用戶旅程不是 National Grid、Con Ed 或 Eversource。你的競爭對手，你的酒吧是亞馬遜。正如你已經說過的，從用戶研究和測試中了解到的是每張文件，必須放在 App 上，不要讓客戶去網站。它必須像 App 一樣簡單。但我要在這裡切到另一個話題，這有點像我為什麼沉迷？為什麼關心？為什麼用戶關心？我們是受法規的壟斷企業。這有什麼區別呢？這很重要，因為我們有壓力。面臨著做得更好並超越用戶期望的壓力。因為如果不這樣做，人們就會挑戰商業模式，他們會認為他們有更好的做事方式。他們將使用政府控制的電力，或者他們將脫離電網，他們將做不同的事情。我不認為這是納稅人，或者我真的不在乎他們還會去找誰。我必須想出一個超越用戶期望的策略，為他們提供他們想要的工具，對於能源管理者來說，他們可以輕鬆確定他們是否使用了更少的能源。然後我必須倡導不讓他們落後的方法。我必須提倡提高能源效率的方法。讓想辦法補償那些想要參與能源效率計劃的低收入人群，對吧。這不是吉米·卡特。穿上毛衣，為自己好。就是，穿上一件毛衣，省點錢，也許可以利用市場賺點錢。我必須為此努力。

Lawrence  
44:54

讓我回推一下，然後我再回推。讓我部分同意你的觀點。你的用戶需要可靠性，你的用戶想要可靠性，你的用戶還需要了解，需要從 A 點到 B 點打造一條輸電線。

你如何與用戶溝通，告訴他們這不只是在燈亮起時按下開關？有一種叫做基礎設施的東西需要建造。那，你如何與你的用戶互動，讓他們加速建設更多的基礎設施，這是今天早上討論的。需要建設更多的基礎設施。但你們之中許多人都看到用戶不希望在後院建設基礎設施。你怎麼處理那件事呢？先從好笑的開始吧。

Catherine  
45:33

我以為你會去那個地方。感謝。我希望你說到的與用戶的溝通是在多個層面上的。我想說你必須從孩子們在學校開始，並確實描述在這裡討論的內容，他們可以與他們聯繫起來，他們可以回家說，嘿媽媽，爸爸，這是我今天在學校聽到的。必須能夠以一種讓企業和商業用戶能夠理解正在進行的投資和獲得的價值的方式來討論正在做的事情。反過來，必須能夠與社區就在社區中進行的投資水平以及這對就業的意義進行對話。

最終只有能夠以他們重視和理解的方式討論全部不同的事情時，不只與社區，而且與常客討論他們重視和理解的方式，才能開始取得進展。因為這是一群不同的人。你必須能夠以一種非常不同的方式講述這個故事。

Lawrence

有大約 40 秒的時間來提高你的思考能力，讓你的思考變得更敏銳。這是

- 46:35 非常重要的問題之一。經常討論能源轉型，但需要思考在系統轉型時如何避免創造富人和窮人。我將從你們的關係開始。你對如何確保這一點有何看法？
- Catherine  
46:54 我希望我的孫子不要得到肺癌。我有 25 個親戚在這裡，其中一半有 AS，他們有一半可以不戴口罩出門。對我來說，貧富問題確實是我最先想到的事情。我真的希望在座的每一位公用事業都能提供幫助，幫助傳達所有訊息，為什麼要進行這種轉變？它是做什麼用的？你的生活可能很美好，但你孩子的生活會影響你鄰居的生活嗎？住在你隔壁社區的人們的下一代會過得好嗎？對我來說，我真正害怕的是，當你在州政府的委員會討論費率案例，討論公用事業是否可以對無線解決方案或非熱能電廠進行評級時。它是否是一種更清潔的燃氣複循環機組，而不是直接排出。無論是建造一個儲存設施來幫助現有工廠保持運轉以替代花更多錢。但這比保持現有土地開放以支付電池儲存費用更會汙染。無論決定是什麼，你可以減少燃燒時間。陷入了微縮影像和資訊孤島之中，在整個過程中都忘記了真正的問題，以讓孩子能夠呼吸新鮮空氣，這不只在這個國家如此。
- 如果你看看印度，如果你上週週四看到《華盛頓郵報》，熱浪現在正在席捲世界各地。過去幾年，28 個國家的熱傷害量是傳統情況的兩倍或三倍。每當它們燃燒更多的化石燃料時，熱浪就會變得更嚴重，然後它們燃燒得越來越多。現在有很多研究和 Ted 演講，討論在發展中國家花 1 美元用於碳減排和氣候相關工作的效率是在美國花 1 美元的 100 倍。
- 對我來說，如何到達有或沒有的問題，它需要超級好，公用事業確實掌控了用戶和用戶體驗以及大眾的健康，可以使用更多工具，老實說，應該使用更多工具的。
- 但是，可能沒有所有資料。我現在告訴你們，實施這個能源效率計劃是最好的、合理的決定，也是（完美）真空狀態。很棒的案例。
- 但告訴你這樣做的原因是因為這是 IRP 為用戶提供的所有資料，從佣金和你的健康狀況方面向你重新解釋，並告訴你這就是這樣做的原因，因為你有對你希望在交易中發生的變化進行預防性投資。
- Lawrence  
49:46 需要找到一種方法，使轉型人性化。我有最後一個問題問你，問世界。我將從你開始。上次問假設有國王和王后，當他們轉型時他們會做什麼？我會看到這個問題，我不會讓你們成為國王和王后或王后。我有東西要給你做。你正在與一群六年級或五年級學生交談，他們問你為什麼要進行轉型以及對於五年級學生來說這將代表什麼？你有什麼話想對那位年輕人說？是為了拯救世界。拯救世界。拯救世界。好的，我會跳過去祝福你，然後去校園。你對其他五年級學生有什麼想說的嗎？有點奇怪。
- Catherine  
50:47 對我來說。我要穿過迷宮來拯救你們的社區。透過拯救你的社區來拯救世界。唯一的事情就是改變狀況，用一個詞來說就是改變。改變世界。你改變世界。你應該去了解生活在另一個國家、另一個城市的人的健康狀況和社區生活方式，就像你了解自己所在社區的情況一樣。這不只能引起孩子們的共鳴，而且是他們生活的一部分，這是他們生活的一部分。他們就是這樣的人。在社區裡行騙的人就在這個世界上。是，沒有必要將某些問題視為本地問題。是嗎？這是我鄰居的問題。當他們要自己處理時，這就是一個瘋狂的問題。
- Lawrence 聽著，當我被告知這個小組是在午餐後時，我有嚇到，不管怎樣我並不害怕。我要讓你們都充滿活力並保持警覺，顯然我已經做到了。我沒有看到睡著

51:37 的。至少不是在這裡的。聽著，Arshad，再次感謝你邀請我。這太棒了。關鍵訊息是需要考慮能源化。不是為了自己，而是為了社區，為了世界。最後，會做得很好。請和我一起感謝大家幫忙。順便說一句，我忘記了我要做的。我本來應該邀請 Stan Cuddly 的。我應該是他的上帝之聲，看看會發生什麼。請和我一起歡迎 Stan Cuddly 和 Fuchsia Kumar。

Stan  
52:57 我不知道如何解釋。大家午安。和你在一起真是太好了。今天早上我在看 Facebook 時，看到了一張六年前我在芝加哥的照片。再次提醒一下，每年的這個時候我都會在夏季研討會。據我判斷，每一個人繼續實現正確的目標，這就是能源轉型。但我必須告訴你，成為這個小組的一員特別令人高興。無論是上帝的聲音還是在這裡插入更高階的力量，用戶都應該成為這次對話的中心。你要考慮今天和明天進行的每一次對話，確保將用戶及其觀點融入到這一旅程中。真的，腳踏實地朝著正確的方向前進。你可以透過每一個小組的摘要形式了解情況。正如前面提到的，我今天有機會來到這裡，安全、乾淨、可靠、價格實惠。已經討論過用戶的期望。你幾分鐘前看到了這裡的聲明。你知道我說的，你也可以加入便利、客制化和控制。我從今天的用戶身上了解到的一件事是，無論是否是他的合作夥伴，他們都會發現。你最好選擇成為這段旅程的夥伴。但有兩件事在過去幾年中確實得到了重視，那就是安全感和怨恨。我真的很高興能和 Fuchsia Kumar 一起登上舞台，我們還沒有機會介紹他的經歷，他有經驗，他已經擔任了新角色，這非常重要，他在公用事業產業擁有職業生涯。

在開始交易之前，曾在與 PPA 相關的孟菲斯輕天然氣和水務公司工作過，在南加州愛迪生公司工作了 15 年，擔任網路安全和管理失能方面的專案經理或首席經理，然後轉到能源部，在那裡他目前在網路安全、能源安全和緊急應變辦公室任職。如果你想想正在經歷的旅程，擁有像聯邦政府這樣的合作夥伴，他們了解出發點，這非常重要。過去幾年我對 Fuchsia 了解的一件事是，不久前我和他坐在後面，很高興不是透過螢幕看著對方。在過去一年左右的時間裡，互相了解時，經常透過電腦螢幕或其他方式一起處理問題。我真正欣賞 Fuchsia 的一件事是它對協作的重視。當然，今天在這裡以及每次夏季研討會上，都在討論合作。無論他是誰，這都是他的標誌。但我必須告訴你，與能源部和其他聯邦機構合作的重要元素之一是合作，也許可以給你一個機會，讓你敞開心扉，談談你的想法。現在在能源部的公用事業產業的個人經歷以及合作對你的重要性。

Fuchsia  
55:56 謝謝 stan，也謝謝大家邀請我來。我在 SCE 工作還不到 15 年，這是一家很棒的公司，有很多常駐的優秀人才，但肯定在產業和政府方面都有很多背景，因為這就像不一樣，但是我，你知道這真的很重要，這對我來說很重要。如你所知，像能源部這樣的工作帶來了產業的專業知識，而產業主導非常重要，因為正在做的很多工作都是研究國家政策，與各州就問題進行合作，政策聚焦在研究和開發。當然，也會考慮災難性事件期間的緊急應變。但真正了解能源公司的基本事實對我來說非常重要。這是我喜歡向我的團隊灌輸的東西。讓真正從各個角度來看待它，這對於如何思考政策來說非常重要。我的辦公室停止了網路安全、能源安全、緊急應變，或者簡稱為凱撒的計畫。建立在合作夥伴關係的基礎上，堅信不是法規者。將這個問題留給了跟 PUCS 和 PSCS 合作的 NERC 和 FERC，但想提醒政府內部人士，思考整個產業所有風險時，要多思考夥伴關係和合作模式。現實就是這樣，很多人在本次研討會上都在討論，風險正在增加，網路風險、氣候風險，甚至在去年的新聞中特別的看到的實體安



全威脅。要加強合作才能面對全部問題，比過去都更密切地合作，會得到許多幫助來擺脫困境。對我個人很重要，也是部門辦公室的核心基礎。

Stan

57:57

有個例子正在產業中建置，對吧。南方電力自豪地參與討論過的領域之一是能源威脅分析中心，ETAC 肯定都喜歡首字母縮寫，如你所知，能源部，EISAC，ENEL，另一個自豪的國家實驗室合作夥伴和裡面的幾個人正在啟動一個試驗，試驗的目的我將盡可能回饋給用戶。用戶今天比過去都更希望四處仔細尋找，並試圖了解可能發生的未知情況，無論是實體風險還是網路風險。已經談到了氣候準備和理解氣候適應，以及需要如何思考其中風險。但所有人都必須自己承認，不了解合作的風險，ETAC 就是一個例子，所有人都可以在一個實體位置，在那裡可以打破每一個人的孤島。但對於用戶來說，最重要的是準備好在即時環境中做出回應。這是能源部與其他部門之間夥伴關係的一個例子，顯然是為了確保實施合作。這就是用戶帶回來的。但已經有了一個良好的開端。你有什麼想法嗎？

Fuchsia

59:40

是的。對於那些可能不熟悉 ETAC 的人來說，這只是將產業界和政府聚集在一起，共同研究美國所有能源公司都面臨的網路威脅，現實的是都在單獨看待它們，每一個公用事業都在單獨研究它。

政府正在從自己的角度來看待這個問題，無論是資訊界、其他還是其他來源。有很多不同的技術、網路、科技公司，這很棒，但如何真正地共同看待它呢？據你所知，Tom 喜歡稱之為集體防禦。這就是需要採取的集體防禦措施，尤其看到網路威脅時。現實是每天都看到它們，而且它們正在呈指數級增長，尤其因為能源領域的許多系統變得更數位化。它們變得更數位化，變得更可靠、更高效、更安全，而且都是免費的。但現實是這確實增加了網路風險。需要共同努力，更好地看待不同的威脅，了解威脅行為者和先行者。

在我的職業生涯中，我經常看到，作為政府產業，都以不同的方式看待風險。單個公司面臨的網路風險將不同於從國家安全層面考慮的網路風險。需要齊心合作，認真思考假設遭中國或伊朗利用的這個漏洞是否會真正摧毀大型個人電網，或者不會發生這樣的情況，因為你已經採取了工程控制措施來緩解這種情況。但為了進行對話，必須聚在一起共同努力。需要工具，需要技術，需要知道如何真正了解彼此的風險狀況，然後能夠及時、自然地獲取訊息。部門真正關注的重點是與能源產業真正合作，以比之前的另一半更具協作性的方式達成。

Stan

1:01:43

ETAC 已成為一個處理所有危害或所有威脅類型的環境，但網路無疑是其中的重要組成部分。你所說的就是所有人都需要建立的基礎，而這就是超越。我與 Fuchsia 的第一個交集是 AOE 發起的一項倡議，這是圍繞網路訊息工程的另一項合作。對我來說，我的看法是，我們所做的每一件事、每一個工程學科、擁有的每一個系統、擁有和經營的每一項資產。作為一個產業，比過去都更需要走在網路保護、檢測能力和保護工程的前端。如此多的網路威脅形勢如此快速降臨，人們仍在以多種方式改造系統、資產以適應不斷變化的形勢。但越能提前將其設計到前端，將在保護這電網和保護用戶的利益方面取得很大的進步。目前已經有些成效了，我想大約 18 個月前就開始了這方面的工作。

Fuchsia

是，這非常重要，我的背景是電力系統工程。就像對待網路問題一樣，主

1:02:53 要是工程視角，而不是 IT 視角。但在這方面我喜歡思考的是，無論風險如何，如何以不同的方式設計事物，尤其考慮網路風險時，你知道無法檢測到所有風險。檢測當然是其中的重要組成部分，但是可以以不同的方式進行設計嗎？我喜歡開玩笑說，如果你在 IEEE 搜尋關鍵字，是找不到「網路 (Cyber)」一詞的。那怎麼辦呢？要跟標準協會合作，確保他們從安全和可靠性的角度考慮設計未來的基礎設施時，整合網路安全要求，因為在很多方面，隨著看到網路威脅的增加，他們不再只是竊取資料或竊取個人訊息。它有可能對經營產生影響，從而導致安全問題。如果沒有網路安全，你就不可能安全。目前業主和經營者正試圖透過與整合和設計系統的人員合作從根本上改變。但必須與標準組織合作，必須與製造商合作。正在進行很多的工作，而且還處於早期階段，但需要做更多的工作來真正思考網路和彈性，網路和韌性的設計。

Stan  
1:04:29 在它前面的另一個元素是技能建構和認證部分，他有機會分享這種混淆。我曾就讀於一所歷史悠久的黑人大學，塔斯基吉大學，如果你聽說過的話，上週我和工程學院院長在一起。

正在討論網路工程這個主題，以及他如何將其納入這所大學每一個學科的基礎課程，從最早的幾年起就經常與 SE 領域的其他人合作，將網路打造到工程學科中。但這不只是工程學位，還有技術人員。我知道很多人都參與其中的另一個地方是建立技術人員的技能組合，這就是對系統進行工作、對控制系統工作，推出認證的地方，並確保認證機構真正回到標準，真正考慮希望未來的工人在這個產業擁有什么網路標準。還有很長的路要走，但已有進展。

Fuchsia  
1:05:32 沒錯，現在是歷史上非常重要的時刻，很多方面將網路安全融入已經存在很長時間的電網中，隨著能源轉型，一個不同以往的機會，正在設計新的架構、新的環境路徑、新的基礎設施，如何安全地設計，從現在起 10 年、20 年，我不會事後諸葛地說真希望當時有去做。這是實現這一目標的機會，需要大家齊心合作，需要了解業務、輸配電方面與 IT 和網路方面合作的人員，因為在很多方面，尤其可再生能源和電動車的整合是剛剛聽說的其他一切。你們不只是這裡的一家基礎設施公司，而且在很多方面都正在成為一家科技公司。我猜這個問題是問你的，Stan，之前討論過這個問題，在整合 T&D 網路方面，某些公用事業比其他公用事業做得更好。你對南方電力在其他公司中如何運用設計來真正實現安全性有何看法？

Stan  
1:06:42 你說過，這是設計上的重要工作對吧？可能在很長一段時間內，許多人也許有人有 T 組織、D 組織、發電組織，然後這裡是 ITU 組織。不能再這樣了，這不適合。值得慶幸的是，我們聘請了最聰明的人，是曾經擁有過的最優秀的人，這家公司了解網路風險，他們擁有與聯邦政府合作的真正資格，了解其中風險，他們整合到團隊中。它不再是單一的組織或功能性組織，這是橫跨南方的跨領域組織。看，這都是設計使然，但這並不代表還很擅長。我想每天都在工作。但可以在哪裡橫向看管理安全的概念，也不要忘記物理安全。都面臨著在實體安全領域不斷演變的威脅。你必須透過設計將其整合到你的所有組織、所有操作以及所有應變計劃中。歸根究底，如果威脅造成了干擾，用戶並不關心威脅來自哪裡。我們必須捫心自問，該如何計劃呢？絕對是合作的另一個地方，只是為了繼續發展這個詞。坦率地說，這是一個都不喜歡的地方，這就是這裡的緊急應變措施，對吧？

我們在此討論了新出現的氣候威脅及其對恢復力的意義。在這段旅程中，確實更好地了解了導致某些極端天氣或其他情況的原因。必須承認系統正在不

斷發展。一路走來，不會做到完美，如何應對事件也很重要，這是你辦公室的另一個重要部分，你與產業合作進行緊急應變和復電。從你的角度來看，情況如何？還可以一起做得更好嗎？

Fuchsia 1:08:42 當然。我們正在從各個方面考慮緊急應變。如果你了解美國 Colonial 管道遭到攻擊的情況，辦公室將應對工作留給了 Maria、Ida 和許多其他人。追根究底，本部門並不擁有基礎設施，必須與公用事業合作，我非常同意電力部門協調委員會在這方面做得很好，一起合作，說明如何應變，如何優先考慮電源，如何為你提供電源和故障的官方手續，接受稅務檢查，我想會得到答覆。我想說，電力業界、工業界和政府應變方面都做了很多的工作。現在我越來越多地思考的一個領域，尤其從我辦公室的角度來看，我很想聽聽你的意見，在波多黎各發生像颶風瑪麗亞這樣的大規模緊急情況之後，如何從中吸取教訓，做出更好的準備與更好的復電措施。這是正在採取的一項指標措施，或者是在大規模實例之後，如何更好地為部門的研究和開發提供資訊，如何透過基礎設施法案，透過通貨膨脹減少法案 IRF 所產生的資金提供資訊（以能有效運用資金），這樣就可以真正採取措施來提高下一次風暴來臨時的抵禦能力。處境並不相同。這是一個很大的領域，共同努力從應對中學習，將其納入復原，長期復原的期程，然後投入準備。

Stan 1:10:21 這對所有人都是一個重要的學習領域。我回想起兩三年前，Entergy 在密西西比州、路易斯安那州、德州墨西哥灣沿岸的經歷，年復一年地被侵襲。我去那裡幫助他們，他們從中學到的東西與韌性有關。他們在投資方面還能做些什麼？如何共同確保法規機構和用戶了解投資的價值？因為我記得，我也記得波多黎各，這是關於試圖恢復波多黎各至更有韌性的方式的大量對話。面臨的挑戰是立即進行投資，但可能會延後恢復正常生活。那如何找到正確的長期策略來進行投資，並再次幫助法規機構和用戶了解其重要性。無論是野火還是中西部的強對流風暴，或者是所有人經歷過的極端冬天，找到透過 DUE 分享經驗的方法將是一個偉大的勝利者，應該繼續進行。

Fuchsia 1:11:27 就是這樣。我們真正關注的是更好地了解不同的氣候風險。正在針對野火風險和氣候工作開展大量工作。我的辦公室正在與國家實驗室一起執行約 3000 萬美元的計劃，也正在進行一項我想快速提到的努力，但 3000 萬美元專門針對基於氣候的風險和野火風險。這是現在的兩個重點領域，在野火方面，指定了與 EPRI 和 Arshad 的合作夥伴關係。為此感謝你和你的團隊。野火合作夥伴關係背後的想法是，列出在野火風險方面處於什麼位置以及差距在哪裡？因為現實情況是，工業界正在各個地方進行大量投資。政府在資料分析以及真正的預測、緩解和預防方面也做了很多工作。讓我們聚在一起討論現在的處境以及未來 5 到 10 年需要在哪些方面進行投資。然後，在某些領域肯定希望看到整個產業繼續投資於那些被認為存在更棘手問題的領域，領域可能會使用政府資金。舉個例子，正在資助和使用 ChatGPT 和生成式 AI，這是一個很大的主題。一旦開始看到此類資訊，為什麼不能使用生成式 AI 來了解野火的走向，如何利用國家實驗室超級電腦的運算能力做先進野火預測，就是要從這裡開始投資。希望與產業內的所有人合作來達成。

Stan 1:13:06 建模非常重要，這是能源部或 NOAA 或其他人帶入此對話的另一個重要難題。

Morgan Scott 在會場的後面，可以為你提供有關氣候準備如何試圖解決這個問題的部分，但通常使用的模型是後視模型，並不完全了解氣候變化的影響。

我們並不完全了解這對於位於阿拉巴馬州莫比爾市的變電所來說，在流量風險方面代表什麼。將共同帶來更多的協作工作。每一個人都是這方面的重要推動者，努力將風險真正降低到資產層面。這是所有人大量投資的下一個嘗試。這對用戶很重要，因為它將其帶到社區層面。這是了解一個小社區的風險以及如何才能做好投資。

Fuchsia 1:14:05 尤其氣候風險，對，氣候風險。無論你是在西部、東南部還是東北部發生野火或颶風，情況都會有所不同。你如何從地方、州、地區層面真正理解它？它可以為規劃因素提供訊息，為你對微電網和其他電源的決策提供資訊。但需要將其交到決策者手中，因為在華盛頓特區，在聯邦層面能做的只有這麼多，但還必須在地方階段、地區層面上做這件事。

Stan 1:14:39 很多決策者都是用戶，對吧？他們代表自己進行投資，尋找與他們合作的方式，透過這一切，這是另一個非常非常重要的成果。

這裡有一個關於 IT 和 OT 交叉點的問題，以及可以為聽眾提供哪些建議，如何打破不同領域之間的隔閡。這是你曾經遇到的狀況嗎？

Fuchsia 1:15:00 這是一個非常好的問題。當我在南加州時，我說我能夠領導的努力之一就是嘗試這樣做。做到了。必須有一個正式的小組，其中包括一名 T&D 代表、一名 IT 代表和一名網路安全代表。共同致力的一件大事是開發具有網路要求的變電所標準。這是一件大事，而且，但認為，讓 T&D 人員以及 IT 和網路人員都討論標準的工作很重要，因為在某些情況下，T&D 人員希望盡可能從可靠性角度來設計某些東西，而網路人員會說，不，必須鎖定它。但如果你將其鎖定，則無法遠端控制它。你必須找到一種方法來達成一個折衷方案，讓你能夠理解不同的風險。你可以從工程和 IT 角度找出降低風險的最佳方法。然後你出去實際去開發未來的變電所。這是一個令人興奮的計劃，因為你必須打破 IT 和 OT 的藩籬，但需要做更多的事情。最後一件事是必須有高層參與，員工參與非常重要，必須讓高層關注你的工作，授權讓不同的團隊走到一起，這非常關鍵。我看看，FSC 的執行長 Pedro Guzzaro 在那裡，他要求更新，這就是另一個經驗。

Stan 1:16:40 如果你還有任何其他問題，請在此處提出，因為會議即將結束。  
下一個小組是關於供應鏈的，下一個會議是關於供應鏈的，其中涉及幾個主題，你之前提到過在韌性和能源安全之旅中與供應鏈社區供應商合作。也許只是關於作為一個電力業可以採取哪些措施來支持你的行動的想法。但最終，用戶希望在那裡擁有材料。需要它，他們希望安裝和操作它時它是安全的。對此的想法說起來容易做起來難。

Fuchsia 1:17:21 是的。供應鏈挑戰確實很有趣，我覺得尤其考慮供應鏈可用性的兩個重要組成部分，配電傳送等關鍵組成的可用性以及供應鏈安全性都非常重要。我覺得如果我開始討論可用性，可能會整晚待在這裡。也許我就談談安全性。從安全角度來看，必須考慮的一件事是，你知道至少是如何考慮這幾部分。第一，有哪些政策有助於確保供應鏈、硬體、軟體、虛擬系統的安全？它是以標準、法規的形式出現的嗎？對於這個社區，需要考慮什麼？因為目前對於要連接的整合商和聚合商沒有任何場地要求。第二部分是需要做什麼來真正突顯漏洞和設備，並讓購買設備的人基於風險做出是否購買的決定。我們正在努力，正在全國各地測試設備。合作夥伴有日立能源、Schweitzer、施耐德，剛剛簽署了 GE Gas Power。願意坐到談判桌前代表，希望設備在部署到能源領域之前進行

測試。這是另一個大領域。然後我的想法是，如何發布資訊，以便你再次做出決定，我現在有通過系統了嗎？我需要等待嗎？我還有其他緩解措施。但必須在 OT 社群中建立協調一致的漏洞揭露文化，就像你在 IT 社群中看到的那樣。IT 界，如果你聽說過微軟的修補星期二，是每一個星期二，微軟都會為所有微軟產品或其他產品發布修補程式。在 OT 環境中沒有這樣的條件。那如何才能在大範圍內形成揭露文化呢？最後一個是如何利用剛剛學到的所有資訊，然後將其回饋到網路改革工程的概念中。如果學會了它，那下次就以不同的方式打造它，讓它本質上更安全。我們正在撰寫一份大型戰略文件，將徵求有關能源、網路感知的意見，並真正幫助我在全部領域為人們提供幫助。希望業界就政策問題、技術問題、研發問題以及需要鼓勵的回饋提供回饋。這就是我希望未來得到回饋的地方。

Stan  
1:19:53 讓我跳過你前面提到的可用性，可能需要一段時間才能解決可用性問題，讓我在這裡補充一點。這是未來可以更緊密合作的另一個領域，那就是標準化。如果你思考電網的演變，你會思考它是否是一種能源生產資源，或者它到底是一個電錶或變壓器，這裡有很多供應鏈的討論，今天電網有很多不同的設計。隨著發展和前進，一個例子可能是一種新的配電變壓器設計。在整個產業都進行了很多對話，我知道也圍繞這個問題進行了討論。找到一種將設計標準化的方法會對這種可用性對話大有幫助，它能向製造商發出更清晰的需求信號，幫助整個產業更容易共享資訊。我只是認為這是應該繼續在這方面合作的另一個地方，尋找標準化的方法。

Fuchsia  
1:20:55 當然，這就是為製造商做的，因為已經與製造商進行了交談，並討論了如何提高配電變壓器的產量，以應對面臨的電氣化挑戰。其中一件事是可以標準化的，因為他們收到很多不同的需求，很多不同的電力公司。你知道當你在美國有 3000 個電力公司時，你知道你可能會收到 3 到 3000 倍的另外 10 個請求。那如何達成呢？這是一次很好的對話，可以幫助應對其中挑戰。

Stan  
1:21:24 最後一個問題，國家法規機構如何照顧網路安全與實體安全。之前一位小組成員談到韌性，可能已經落地，我相信這只是在說明一個事實，與州級法規機構對話的過程，許多人還沒遇過韌性可能帶來的負面後果，但他們從全國各地聽到了恐懼，或者風險正在擴大。身為產業，必須繼續前進，因為到頭來，你會希望這永遠不會變成現實，永遠不會遭遇嚴峻降載，不是實體或網路安全的問題，卻會對用戶構成威脅，我們與法規機構的共同點就是用戶。我們必須教育他們網路安全風險有哪些，實體風險有哪些。聯邦政府的機構有第一手知識，非常願意向州級法規機構提供資訊，必須從教育及了解風險開始，如果進行投資，就必須把故事講清楚，在投資或舉辦活動之前，必須做好教育工作。

Fuchsia  
1:23:08 我完全同意，新聞報導所有網路事件，但兩個不同的產業，聽到針對某家大公司的另一次網路攻擊。他們正在關注，正在考慮這個問題，但必須合作，必須幫助他們了解網路風險是什麼。還有另一個要素，即將啟動一個關注網路風險量化的計劃。一個差別我們擁有自然災害風險的歷史資料，它們可以幫助了解不採取某些韌性措施的財務影響。但沒有網路事件的資料。可能有助於對話的一種方法是開始量化網路風險，這樣它不但可以改變法規機構，還可以改變公用事業委員會，這樣就可以做出更好的投資，並將其與擔心的其他風險進行比較。但絕對必須與州級法規機構合作。正在進行一項工作，即將為配電系統開發網路基準，而 ERS 的工作目前正在進行中。有這方面的公用事業專家。有不同的州級法規機構，想要推動這項工作的原因之一是因為開始看到某些州



已經開始獨立制定網路法規。馬里蘭州和紐約州只是正在開發網站、針對能源公司的州網路法規的幾個州。我擔心的是你可能有 50 種不同的要求，但這也沒有幫助。如何確保能夠真正制定基線和要求，而不只是進行紙上作業？與埃里克和公用事業合作，真正與領域的州級法規機構合作。

Stan 還有很多工作要做，是關鍵。讓我總結一下關鍵的想法，然後就休息一下。

1:25:09 首先你知道，這聽起來很簡單。能源是必需品，而不是商品。你會想到韌性，你會想到安全性，無論是實體的還是網路的。歸根究底，用戶會接受提供的服務，提供的產品，出售給他們，讓他們在他們期望的時候出現。

如果這裡的任何一個人能夠創造一個真實的或感知到的情況。在那些時刻，用戶需要做到最好，對吧。在那一刻，他們意識到這不只是打開開關那簡單，這是生活或他們經營業務的必需品。第二件事是一起合作會更好，我現在感受到與能源部、你的團隊、甚至更廣泛的國家實驗室或其他機構的合作，為共同解決問題而合作，是領導者最重要的事情，確保合作繼續發展。

Fuchsia 完全同意。今天已經超時，想花點時間解釋這種討論的用處，內容非常重要。俄羅斯入侵烏克蘭的事情，烏克蘭能源部長就在這裡，說他們需要幫助重建電網，需要電力供應才能繼續對抗俄羅斯這場不公正無謂的戰爭。我們做了什麼？我們需要合作夥伴。

Stan 在他和電力業許多人的領導下，協助將價值數百萬美元的電網設備運往烏克蘭，就是這種了不起的夥伴關係，如果沒有多年應對緊急情況時的合作關係，是不可能做到的，我只想給你一個大大讚賞。

Stan 大家休息一下，謝謝。  
1:27:53

## 第五場小組討論：下一個能源安全挑戰，材料供應鏈

### 轉型到未來的供應鏈—保護和擴大能源系統材料、資產和勞動力的新方法

#### 第 1 場：供應鏈能否支持安全的能源轉型？

主持人：

加州大學聖地亞哥分校全球政策與戰略學院教授/主任 David Victor

小組成員：

美國能源部 Argonne 國家實驗室主任 Paul Kearns

Bright Night 執行長 Martin Hermann

EPRI 能源系統和氣候分析團隊負責人 Robin Bedilion

David 00:00 剛剛聽到的都是關於地緣政治風險，也聽到 Martin 說面對巴黎協議等等，你會怎麼說？供應鏈風險前景如何以及要面臨什麼？

Robin 00:17 是，我們做的供應鏈研究，是關於深度脫碳以及未來十年必須進行的技術分析，以實現某些積極脫碳的作用，太陽能、風能和電池大量布建，但結果無法真正滿足目前供應鏈的需求。

因此，我們去年公布的白皮書對關鍵的礦物需求、製造需求進行了深入研究，部分政治考慮因素加上迄今所知，供應鏈集中在某些特定國家，可能會帶來地緣政治問題以及環境社會問題。

因此，看著這些挑戰，身為研究機構的我們希望尋求降低風險的機會，以提高供應鏈的韌性。我們發現其中之一是找到減少對某礦物依賴的方法，不管是透過技術創新，產出更高效的模組，或生命週期更長的電池，使用更少礦物質獲得相同生命週期，或者用不太重要的礦物質來替代電池的化學成分。

除了矽晶體之外，也看看其他形式的太陽能模組，由於產地集中在中國而面臨挑戰，我們在那裡尋求薄膜或其他技術。因此，透過技術轉型減少對礦物的依賴，提升回收利用，就不會對原始礦物質依賴太多。為提高回收能力，生命週期前端就設計好，以便後端更容易回收，並在回收時提高產品礦物提取率。

供應鏈正在擴大且多元。因此，尋找在國內或其他地區開發礦物和設備的機會，尋找能從尾礦、煤灰或其他非傳統原礦產地提取出來的方法，為供應鏈建立某種全球標準來解決環境和社會問題，用更多全球標準，可見度更高的方法深入了解。

David 想問問題請使用 APP，將文字輸入即可。

David 03:32 除了多元供應鏈之外，你講的幾乎都是更多回收、創新、供應鏈、新型電池技術等等，你會要大家怎麼做，該徹夜不眠擔心得要死還是根本不要管？對社區有什麼建議？就管控來說，似乎很嚴重。

Robin 04:27 EPRI 在回收和生命週期終端、環境方面計劃、可持續性發展計劃和循環經濟利益團體都進行大量研究。因此，建議就是參與研究，實際把問題找出來。我們確實做了很多研究來嘗試解決其中問題。

David 05:02 今天早上 Neil 說，他們公司正在做的是更長的資訊、更持久、更長期的供應契約。我很好奇，Mark，幫我們了解一下，你描繪了兩個世界。一個是古老的世界，有全球貿易，貿易壁壘較低，價格大幅下跌主要是船舶製造、渠道等方面的原因。另一個是充滿摩擦的新世界，尤其是在美國，成本也隨之增加。你對未來

有何看法？

Mark 05:37 有兩種選擇來擺脫目前的波動階段。第一種選擇是當今政府努力做的刺激計畫，美國製造基地。好消息和機會是，目前中國的運轉容量已達 1/40GW，多半來自目前的技術，可能還要發展兩到三年，然後需要重新打造的東西很大，透過替換階段取代。美國能做的就是創新，打造製造業的新資產，就是 Robin 不斷提到的，在下一代躍進，取得領先地位，當然有很多話題。

首先，美國本身的業者不夠多。好消息是印度有三到四家業者已準備好積極進軍。因此，我們能否整合美國以外的供應鏈，鼓勵他們供應美國。第二個是 85% 的電池模組來自中國，就算我們在這裡建立供應鏈，還是需要中國的設備。中國剛剛經歷三個月的出口限制，現在要出口，設備業者需要出口核准證。所以如果從現在到未來五年間，有人已經想好生產計劃，廠房已經準備好，但礙於缺乏某些設備無法開工，也沒什麼好奇怪的。

David 07:52 的確，上個月中國對鎘限制出口，這是針對半導體製造業的一個訊號。馬克，你先說，然後請 Paul 回答，由於你從事這一行，對未來有很多假想情境，你認為會怎麼樣？是大家互相擁抱的願景，還是美國建立產業來取代中國，還是在 2027 年後要面對黑暗的世界？

Mark 08:27 耦合將會繼續，總會存在重要性的依賴，需要很長時間才能擺脫依賴，再回到 Paul 提到原物料。因此，原物料還是要有，依賴只是到什麼程度的問題。

David 8:51 Paul，回到這個問題。你說怎麼想要看中國，你把政府的觀點反映得相當好，什麼是中國？亦敵亦友？或是有利益關係的朋友，也許你也是這樣。所以我很好奇該怎麼執行政策，因為你的 A 和 L 組織實驗室正在開發關鍵材料清單。我讀了一周前公布的報告，清單上有 18 種材料和 50 種礦物質，很大的清單。前國防部長 Robert Gates 曾多次討論這個領域的政策。各種酷炫的技術、小院高牆。在高牆中找到你真正關心的事，讓貿易等產業蓬勃發展。現在看起來不像小院高牆，比較像大院子加帶高壓電的巨牆，很好的負載機會。我很好奇該如何管理，因為技術和機會變化得這麼快，永遠不可能執行遏制政策的。

Paul 10:03 這很複雜，變化也很大。我會說真的就是我們與中國的日常互動，是美國非常直覺的事情，仔細觀察可以真正幫助我們如何解決問題，如何再次與實驗室攜手遏制部門，他們有機會透過基礎建設削減行動，對技術的技術經濟兩方面進行評估。

Mark 10:41 有份報告是針對投資優先順序出的商業報告。前四份報告已經公布，後面四份報告正在編寫。但，這些報告聚焦在當今技術的發展狀況、透過 IRA 獎勵措施可以實現哪些目標，各個階段需要改善哪些技術。因此，這給了我們一個機會檢視可以在哪裡獲得最大的金錢收益，產出這些技術將會是個非常漫長的故事。

其中一個是研究早期氫能，另一個研究非常早期的過程。因此，人們直覺認為這些領域是最有可能獲得回報的領域，會繼續研究更廣泛的技術、優先事項，了解如何投資，同時降低成本，就技術點相關的轉型方面而言，是真正的挑戰，努力的重點在這兒。這建設的核心。

Robin 11:45 你覺得是我反應過度嗎？看到這麼長的清單，我應該冷靜，回加州沖浪。但你又對我們有能力識別和調整清單，並對此採取戰略性的做法很有信心。

Mark 12:02 這個領域我絕對樂觀，當然其中之一擁有實驗室，會跟產業夥伴，比如 F3 以及公用事業代表一起跨越美國。我們擁有大容量而且匯聚在一起，我前面提到 Li-

Bridge，跟美國鋰離子電池產業完全不一樣，可以真的看到如何改良鋰電池的生產實力。

產業聚落不只聚集了製造商，也聚集了 600 多名產業成員。因此我會說，電池技術領域每家公司都會以某種方式參與論壇，聚集起來找出五個領域來優先解決，並向部門提出想法，這些部門確實有在努力做出有效回應，並建立公私合作夥伴關係，讓我們解決優先需求。

David 13:08 觀眾提出更多問題。你寧願這是真的嗎？上一場跟 Stan Connelly 的小組討論，談到不確定性，他用「不可知」這個詞，也就是說做研究、了解、學習實驗，有些風險是不可知的。上一場小組討論，技術跟地緣政治方面發生許多變化。顯然或多或少是與中國冷戰，比十多年前更劇烈的關係。現在除了對中國人這個稱呼有共識外，其他事情都無法達成共識。所以我很好奇你們如何幫助 EPRI 會員思考不確定性這件事。

Robin 14:06 在不同的情境下進行敏感性分析時，都會考慮很多因素，以了解不同技術選項、不同取捨、不同運轉成本情境，以了解成本是否保持不變，與多年來成本將繼續下降的假設相比等等，對部署有何影響？其中很大一部分歸結在操作性，確保有很多選擇，或正在運用的技術，可以達成脫碳目標。當你遇到挑戰時，也能挑選不同技術組合。

David 15:02 這不是反不確定性評論，而是從學術角度關心。不確定性是一個專業就業計劃。但我很好奇，在所有不確定中，哪一個最難掌握？

Robin 15:23 這是一個很好的問題。

男 15:25 這是我的工作。我們去年有過類似對話，我讀到 EPRI 相關領域的報告時，我們對如何解決技術性鋰供應的問題有很多想法，一旦鋰供應陷入困境，我們就有動機到中國附近尋找鋰。我們找到了，很多澳洲人上網販售，提供很多回收計劃等等。但真正的問題似乎是地緣政治風險和經濟風險，有時這是最大的未知數。

Robin 16:10 是，我想我們已經做很多了，已經快速發展技術，因為來自中國的低成本設備讓設備成本下降這麼快。所以沒錯，我想弄清楚如何處理這個問題，以及它對未來部門化情境的成本有何影響，以及考慮到其中的挑戰，我們希望採取什麼路徑來實現這些目標。

然後在國內發展供應鏈，產生需求，人們願意在國內做製造業，並確定為這些製造商提供先進技術、下一代技術，讓他們投資。這對確定決定規則是必要的。

David 17:17 Mark，我想問你一個主觀批判的問題。既然你正在做部署，肯定有看到各種風險和威脅。我們多次談到標準化，然後上升至討論實體供應風險，這場小組會議討論網絡安全問題，先前的小組會議，你說自家公司有做很多軟體，做很多硬體布建，管理系統是軟硬體組成的等等。可不可以協助我們了解實體供應鏈的問題，會比其他事情重要嗎？還是次要，其他事情更重要？協助我們了解這個世界很多未知風險，不過你晚上好像睡得很好，你有在擔心什麼事嗎？

Mark 18:09 實體供應鏈問題永遠取決於計劃本身，不是嗎？我們目前在 PJ 或 MISO 只有幾個計畫，而且目前研究過程停滯了，需要很長時間才能解決你提到的供應鏈問題，我跟交易商協商模組交易，交易金額約為 5000 萬美元，而且即將簽約，然後就聽說聯邦機構開始介入，就像八週前，我們什麼都不知道，突然被迫改變策略，因為很怕金額變成 1.5 億。法規方面如果存在不確定性，在取得執照或連

接過程的傳輸研究方面，真的要看你所在的國家，肯定要管理一連串的風險。

David 19:33 你提到的供應商風險真的震撼了這裡很多人，因為有中國所有權的問題，還有所有權占比，外國所有權財務規則，美國資產現在成為實體供應鏈外的一部分，包括岸上資產，這是一大問題。

觀眾提問，有兩個關於永久改革決定的問題。其中之一，你們組織跟 2022 年開始跟 Li-Bridge，致力於發展中國的鋰。對此，我們該怎麼辦？然後一個長期的《降低通貨膨脹法案》似乎取決你做的事情，現在我們有很多專案。我喜歡這項研究的原因之一是它確定了優先事項，這樣我們就可以列出一長串不知道該不該繼續進行的事情，但你列出的最優先事項有三個。

一、必須降低長期專案的投資風險。看起來像《降低通貨膨脹法案》，今天早上討論的就是要去做。二、必須有管道取得完全不透明的材料，這個問題我們已經解決，看看過去一個月鎳錯衝突就知道了。三、引證改革。我們有看到預算上限，但不多。所以我很好奇你對改革的前景有何看法。觀眾真正的問題是何不加嚴 EPA 的採礦法規，沒有引進改革的話，打造美國礦山好像有點瘋狂？

Mark 21:26 是，確實很令人擔憂，也確實是改革的契機，各位可能也知道這個故事，在美國取得採礦核准大概需要 7 到 10 年，在澳洲可能只需要兩年，差異如此明顯，應該向他國學習國際合作，了解他國的做法，確實是一個機會。

公民社區更直言不諱，也許更堅持，也許在過程中會受到傷害。因此，找到及時有效的方法，從中獲得社區的支持是一項挑戰，但這才是關鍵所在。這的確是要跟產業以及政府共同合作的問題，或者讓他們看看我們正在做的事，透過允許個人社區尋求改進流程，及早解決他們關心的議題。總之，能不能以社區或社區成員的方式回應，解決國家的關鍵需求，而且要讓他們更早參與這個過程，有機會發聲，這是關鍵，我也會找機會向他人學習。

David 22:44 你認為最佳新興實踐是現場及社區參與。有聽說他們的預算了，而且真的可行。

Paul 22:57 試試看，反正也沒什麼好損失的。我們真的應該...

David 23:01 Mark，我想特別問你這個引證改革的問題。這對你正在做的專案或者你取得專案有多重要？

Mark 23:18 一直都很重要，只是隨著太陽能和風能發展就越趨重要，也單純因為越接近社區就越容易做。增加越多，我估計 MB 不會少，雖然只是我的期望，如果我有一個，儘管如此，還是會妥善利用這個唾手可得的成果。

我們剛宣布將位於肯塔基州的大型煤礦場上進行太陽能計畫，在肯塔基州以西約 100 英里，位置固定，但發電持續增加。

David 24:23 Coleman 那個計畫非常有趣，聽說很多投資人對計畫進行融資，這是投資基礎建設的一種方式，所以進展很快。Catherine，我想問你關於你對整個產業以及不同材料的研究。看來很多正在進行的討論都跟鋰有關，而且鋰似乎被認定是新的石油。我很好奇，我們會不會太看好鋰了？之前機艙垃圾閘，現在是鋰，PET 鎖之後可能會大復活吧。鋰價格在過去四年裡已經漲七倍，我們這個看好鋰，卻沒有相對應的遠景？其他應該擔心其他問題。

Robin 我想現在看到的鋰都是典型的供需關係。所以會看到需求增加，其中一部分



25:17 是猜測未來電池的需求，部分原因是確實很需要。因此，採礦業的回應是在不同地點設立新的採礦產能，讓價格回落，或者因為供過於求低導致電池製造成長放緩，價格也會跟著回落。看了很多，我不認為這是稀缺問題，而是一個供需波動的問題，確實還有其他技術或礦物需要關注，因為產地集中在剛果民主共和國，那裡存在勞動力挑戰。

David 勞動力挑戰？這是我聽過的最委婉說法。  
26:20

Robin 是，勞動力挑戰。銅的技術需求也遠遠超過我們今天討論的討論，但變壓器  
26:32 要用銅，電力產業及其他產業電網基礎建設也需要銅，所以不只是鋰，範圍更廣。

David 你看到供給面出現激勵反應，這是真的。這篇論文大約 10 天前從機構發表，  
27:02 前中央情報局局長 John Deutch 是作者之一，研究是關於加州一個礦坑正在擴大調整稀土供應，這個礦坑使全球稀土供應量增加了約 10%，非常厲害。剩一分鐘做個結尾。之前的小組會議討論國王皇后，我不想用這個做比喻，因為歷史上很多國王皇后最終都被斬首，你認為供應鏈最重要的問題。

Mark 確定性。  
27:44

David 確定性。  
27:45

Robin 滿足未來脫碳的成本。  
27:50

David 因為需求曲線。  
27:54

Paul 國際合作  
27:57

David 國際合作是說跟中國人  
27:59

Paul 可能，未來很難預測，我看大概也要幾年、十年以後。  
28:00

David 最重要的是不要擔心反應過度，這些都是令人擔憂的問題。我們現在正在分析  
28:09 解決問題的早期階段，我真的很擔心，特別是在住房衝突、政治持續衝突的背景下，我真的很擔心我們能不能做出正確反應。感謝三位出色的分析師。

## Chauncey Chats：全球創新

EPRI 歐洲資深技術主管 Anne-Lise Laurain

Anne-Lise 對那些不認識我的人，那幾乎沒有人認識吧。我是法國人，先說清楚，免得  
29:06 各位在接下來的 5 分鐘會一直想。我是法國人，卻沒在法國工作過。15 年前，我離開法國前往倫敦攻讀永續能源期貨碩士學位。我想攻讀英語學位，但覺得為永續能源期貨也蠻有趣的。

然後課程開始，雖然我的英語不好，卻也能理解為氣候變遷採取行動的急迫性，我充滿熱情，想拯救世界，卻不知道怎麼做。職場生涯中有機會在小型新創

公司和大型傳統公司工作，利用資料促進創新，實現電網現代化，對用戶來說安全、可靠、負擔得起，並為清潔能源轉型做好準備。

我加入了普遍認為是傳統公司的加州公用事業，是公司用戶端首席分析團隊。但是沒有適當的工具或資料分析師為手中大量資料進行分析。於是先從招募寫程式寫手及網絡安全訓練開始做起，教他們使用清理即時資料的好處，同時尋找適合的技能。為員工找到合適技能最具挑戰，尤其科技業支付他們至少兩倍薪資，比如在矽谷，薪資甚至可能比能源業多四倍以上。

後來我調到配電運轉端首席分析團隊，很幸運能夠主導最具創新性的工作，讓配電更平衡，為太陽能板、電動車等潔淨技術鋪路。現在，加州公用事業成為利用資料分析團隊改善客戶體驗的領導者。我的團隊非常能接受新想法，也有預算來支持電網現代化配電，已做出改變。

然而，2017年某天，我參與公用事業營運與加州野火肆虐關聯性的調查，新團隊負責為國家法規機構收集資料，包含創新專案。我經歷過野火，也許你也是，或者你經歷的颶風、洪水、地震、龍捲風或其他全國性自然災害。很不幸，這類事件將來可能會更多。

以你的狀況來說，會求助哪個單位？創新團隊對你有影響嗎？成功面對氣候變遷的能源轉型步驟很多，無法個個試驗可能性或測試所有新技術得出正確方案，必須制定戰略、共同努力、分享能更快推動進展的發現。

現在我加入 EPRI，看到新創合作的好處，我住在西班牙，職責是與各種規模與年份的公司合作。我與新創公司合作，回饋需要，讓他們朝正確的方向前進，讓他們做正確的規劃，得到他們需要的資料。我加入 EPRI 之後，已經與新創公司合作超過 35 個計畫，部分計畫已經快做完了。我還跟世界各地的公用事業合作，支持創新。EPRI 的合作模式是確保公司互相學習，計畫協調，分享最佳實踐、思考與文化。

今天，我不必持續點燈，但你們絕大多數人必須。鼓勵大家善用資料激勵員工加快創新步伐，利用像我、EPRI 和其他槓桿資源，在創新之旅中共同努力，一起加速能源轉型，因為不能再等待了，謝謝。

## 第 2 場：整備和保護未來勞動力的新方法

主持人：

EPRI 能源系統資源資深副總裁/核能長 Neil Wilmshurst

小組成員：

能源勞動力發展中心主任 Kristie Kelley

IBEW 政府事務國際總裁助理 Austin Keyser

Bruce Power 總裁/執行長 Michael Rencheck

司儀

歡迎能源系統資源部資深副總裁 Neil Wilmshurst。

34:44

Neil

35:05

我年輕時英格蘭北部發生什麼事？經濟蕭條慘澹。15 年來的轉型，卻沒有為人民著想。英格蘭北部過去是，現在還是歐洲最貧窮的五個地區之一，因為轉型時沒有考慮人民，我也經歷過轉型，所以才離開，因為那裡沒有工

作機會。

好，整天都在談供應鏈、技術、選擇，怎麼在沒有礦物、沒有製造供應鏈，沒有人才的情況下達成目標？最後一天的會議，有 40 分鐘來討論能源轉型人才方面的問題，很多人為人才供應鏈做很多事情，但今天的小組成員非常棒，首先是能源勞動力發展中心主任 Kristie Kelley，歡迎。

再來是 IBEW 政府事務國際總裁助理 Austin Keyse，IBEW 很重視勞動力，勞動力的供應者。看看這裡就知道，Austin，歡迎。接下來是 Bruce Power 總裁/執行長 Michael Rencheck，Bruce Power 在安大略省生產 30% 的清潔能源，同時也是隨機資料點。Michael 的團隊所生產的放射性同位素，能為世界上 40% 的一次性醫療設備進行消毒。所以各位包括我，可能都有從 Michael 及其團隊工作受益。Michael 來此的重點是，對，他是勞動力的使用者，但想想能源轉型，今天討論了很多新建設，所有事情都建立在已知的基礎上，Michael 就是這方面的領導者。

他擁有世界上最大的核能設備。你們兩週前宣布正在研究新反應爐，所以你們既有資產跟新資產之間如何權衡？

從 Kristie 開始，如你所說轉型需要人才，要從根本上改變技能格局，沒有人才就無法部署，我一直記得，這是我要謝謝執行長的地方，熟練取決於訓練加上相乘經驗，不可能期待某人一夜之間獲得 10 年經驗值，所以該怎麼找到經驗豐富的勞動力呢？你和勞動力能源發展中心（CWD）為此做了哪些努力？

Kristie  
41:09

謝謝大家。CWD 確實是能源中心各階段勞動力發展的召集單位，有四大支柱。第一個是職業意識，諷刺的是，能源是最隱性的工作，在鮮少人知道存在的狀況下，很難進行訓練跟準備勞動力。在 CWD 努力之下，舉辦了一場職業意識大會，規模真的很大，多年產業合作努力，確保能以相同的想法來分享故事，才有機會招聘到貿易、商業或技術的所有人才，對來說非常重要。讓人們知道存在最重要，另一項努力是致力於職業技能教育，確保高中教育工作者了解能源聚落，帶來全國性的成果，讓能源浮出表面，成為學生主動選擇。

第二大支柱是多元共融（Diversity and Inclusion, D&I），做的一切都集中在上面，不管是職業意識、新合作夥伴關係或新計劃，都是為了確保社區的人能找到，選擇。接著第三支柱，教育，這才是問題所在，教育和訓練非常重要，對內對外皆然。

開設了名為能源業基礎知識的課程，在過去六個月進行現代化改造，本週末正式推出。課程展示了能源業及能源業務的全貌。不是只有發電輸電配電，還有再生能源，是的商業道路，商業職涯、工程等等。學生了解概念後，就會了解特定課程的職涯和能力。學生如果一開始就選這門課，表示他們對這個產業感興趣。如果他們完成課程，等於是表現出對能源業的天賦，便能再次做出明智決定，選擇自己的職業道路。一旦加入勞動力，訓練就會變得容易，提升的難度也更小。

與跨全國數個城市與都市工會（National Urban League）合作建立學徒先修合作夥伴制度，並與工會夥伴合作登記學徒制度，以及新興技術與再生空間。這是關於合作、共同努力，讓每個人同舟共濟，說共同語言。還與年輕人合作，建立青年學徒制度，在全國各地和城市設點。再次從外部審視所有

努力、教育和訓練時，最終會對內影響勞動力。

不管是提升技能、回訓、多重技藝、多重工具，現有的勞動力已經為未來綠色能源和清潔能源做好準備，重要的是，打下基礎，讓所有人都能走進這個大門。因為必須培養職業意識，回到一開始最難。一旦將他們引進這個產業，透過資源合作，相信可以訓練未來的員工，讓他們做好準備。

Neil  
45:48 所以你們沒什麼問題？

Kristie  
45:49 完全沒有。

Neil  
45:51 人們要怎麼跟 CWD 互動呢？

Kristie  
45:53 好的。是組織會員，非營利組織，能真正代表整個能源業。不管是承包商、工會合作夥伴、提供訓練者，任何人都可以成為組織一員，歡迎詢問更多資料。如果你還沒有加入，很高興能在會後跟大家討論，但勞動力真的需要在場所有人參與，需要身為領導的各位都有那個意識，把 CWD 提供的機會和免費資源分享出去，誰不喜歡免費的東西呢？一旦成為會員，所有的資源都是免費的，大部分教育訓練資源對所有人都是免費的，無需會員資格。再次強調，充分利用過去 17 年創造的東西，不要重來一遍。

第四大支柱是資料。注重供給面，相較於自然退休，要確保未來勞動力替代率是一比一、一比二，還是二比一，比例應該是多少？正確數字是多少？再次強調，有這方面的資料資源可以提供，外加預測的內容，不只針對國家報告，也可以按地區細分，比如內華達州。清楚自己公司的資料後，就能做出重要的決策讓公司進步。

Neil  
47:33 謝謝。讓你喘口氣。好，Michael，同一個問題不同觀點，你經營 Bruce Power 這個大型既有設備，需要經驗豐富的人來維持設備運轉，同時對未來要有遠見。請問你從缺工問題看到什麼？採取了哪些措施來維持運轉？

Michael  
47:59 有多久時間可以講？大家午安，你們好嗎？很高興來這裡，很興奮，努力把這股興奮之情帶入演講之中。過去兩三年，有 1000 個職缺，收到 30,000 份履歷。看到一個狀態很吸引人，你是誰？從事什麼工作？對年輕人參找工作非常有意義，而年輕人找的工作，被取代的可能性非常高。所以講到 Bruce Power，就要想到清潔能源和救命的醫療執照，醫療執照是用在絕育和治療癌症的。所以成立了一個品牌，這麼做是為了強化社區、保護環境和保證明天的安全。這麼做是為了長遠願景。剛剛介紹了公司的使命，引起強烈共鳴，群眾問題很吸引人。大家要的不只是一份有保障的高薪工作，還想有目標，做有意義的事，這些目標和吸引力非常廣。

舉例來說，最近受訓的 20 個核能操作員，職缺將近 1500 個，僱用 50% 女性，50% 男性，優秀候選人比例高。最近一班機械師，50% 女性，50% 男性，儀控是 40% 女性，60% 男性。這樣你就了解了，只要參與會議的人目標明確，你就可以廣召人才。該怎麼做呢？七年前，從建築業開始研究如何制定訓練計劃，讓人才為進入產業做好準備。

Bruce Power 負責加拿大最大的基礎建設計畫，正在翻新八座反應爐其中六座，計畫從 2016 年持續到 2033 年，知道可以透過產業，幫助本地大學

建造訓練設備和入門計劃，以便吸引人才加入。但這還不夠，必須讓社區動起來，所以啟動經濟發展平台，目前已經有 60 家公司遷入安大略省農村，為農村帶來經濟效益。

經濟衰退，小鎮店面關門，製造業遭到重創閒置，現在又恢復了生機，這三個都是加拿大成長第九快的地區。後來知道必須進入校園，確保即將入學的孩子為地區升級做好準備。所以創立了核能創新研究所 ( Nuclear Innovation Institute )，五年前開始教授 3 年級到 8 年級的學生編寫 AI 程式語言和電腦程式，然後開設科學通識課，內容涵蓋家用能源和其他科學基礎知識，這些課程能幫學生取得學位或進入產業。

隨著數學力量多年來下降，將數學融入科學專案。因為計劃，已經訓練 12,000 名學生，也訓練 284 名教師，教他們如何教授編寫電腦語言程式、AI 語言程式、科學，直到高中水準。而工廠實習計劃，每年僱用 100 名高中生，同時也僱用 100 名接近大學水準的學生。然後，透過「學徒計劃」，鼓勵高達 20% 的學徒加入 Bruce Power 當中，還鼓勵他們參與 480 家 150 億美元建設投資者計畫的公司。

成果令人興奮，社區參與了，也吸引了學生。因為跟與原住民社區存在差距，在這個領域做了很多工作，制定領導力計劃、員工計劃，聯合起來幫助原住民社區參與其中。

還成立一家本土建築公司和一家供應商。我想目前跟他們簽訂的契約最高金額為 4000 萬美元。但要做到這些，成為其中一份子，需要社區和公司來參與，是有可能的，而且確實發生了。

Neil 33:37 謝謝 Michael。Michael 的想法跟 Leonhard Birnbaum 早上說的一樣。轉型過程中必須長遠考慮。我了解 Michael 對燃料合約的看法，勞工策略就是這樣，這是長期承諾，不是今天需要才去找。Michael，因為你提出我等等要討論的話題，先聊其中兩件事，在我居住的小鎮上，每年都會舉辦歐洲最大的工會活動，現在還是有辦，但工會勞動力在這次轉型中崩潰了。我告訴你，不能為了要實際解決這個問題，而讓工會勞動力崩潰。工會勞動力在轉型過程是非常重要的。但勞工需要新技能、新經驗，同時維持既有技能，所以要訓練、技能提升和再訓練。為確保工會勞動力在需要時能及時出現，你看到了什麼以及你正在做什麼？

Michael 55:07 這個問題很複雜。對，如你所知，在美國和加拿大有 800,000 名會員，大多數在美國，為了打造勞動力，有超過 300 個訓練場所，美國目前有 70,000 名登記學徒，還在不斷成長，極其多樣化，所以成果豐碩。你知道在加拿大做的事情，你也知道，有合作夥伴，比如國家承包商協會以及製造業合作夥伴，盡可能多元。全美每三個學徒就有一個少數裔，而且計畫中的女性學徒數量跟剛開始相比幾乎增加一倍，非常成功。為了投資，你的需求跟企業的需要必須一致，比如市場的可預測性，所有人共同努力將其帶入工作場所。

上一輪小組做了很多類似討論。一提到供應鏈，都是透過稅收減免和基礎建設法案的大型投資，做這些就要 10 年，這種情況在聯邦投資裡從沒看過。現在不用每年重新授權了，10 年市場長期發展是可預測的，我經常聽人討論太陽能板。例如，普林斯頓大學一項研究提到如果你在美國有所有太陽能板的零件資源，成本會增加約 7%，稅收卻可以減免 10%。但這就是需要的市場可預測性，以便了解投資，必須知道這些中止和下訂投資會在哪裡



發生，不可能在不知道工作地點的情況下就訓練 20,000 名新工人，不可能。

所以必須檢視每一個領域的個體經濟以及發展的方向。與白宮合作，透過發電廠、煤炭社區、白皮書和其他策略來引導這些資源，跨機構整合這些資源，重新投資棕地和廢棄礦山設施，解決能源中心的職缺問題，因為大家都大喊能源業缺工，全國各地裁員關閉工廠，眼睜睜看這些技能消失，其他地方卻創造就業機會，投資這些領域是明智的產業策略，要有基礎、可預測性，需要投資勞動力訓練並了解勞動力狀況，至少有概念。當然現在還不能確定，直到建設開始，簽署勞工協議計畫，必須為可能的訓練買單。

建築業大量採用登記學徒計畫，有公用事業、重工業、供應鏈和跨境製造業還有採礦業公司等員工，在所有地方都有工人，必須使用產業認可，不同類型的訓練計畫，仰賴單位和個人雇主間的合作，使用課程計劃規範某些策略。還在公用事業南方公司推出了其他計畫，計畫非常完美，有全國最先進的訓練設施，有利人才招募。建設方面要更直接參與，因為結構不同。工會和合作夥伴國家電氣承包商協會，與當地訓練信託機構占很大部分。

再次強調，全國有 300 個機構，每一個社區都有，加拿大部分不負責訓練計畫，全部計畫都由衛星辦公室提供訓練，線上資源提供非預期性訓練，訓練計畫完全由產業資助，要這麼做的話，不能光把 1000 名勞工訓練好，然後枯等社區的投資進來。

以至於了解計畫，以及與產業合作變得這麼重要。有一些不錯的合作夥伴關係，一些不錯的計畫，與豐田和通用汽車等主要開發商簽了勞工協議，要在全國各地蓋電池工廠。

有勞工協議計畫、晶片工廠，還有價值數十億美元的重大投資計畫，比美國過去還多，雖然這些資金有很多還沒到位，卻已經釋放發展市場的訊號。然後建築業也有新技能，建築專案就是建築專案，如果你能蓋核電廠，你就能蓋氫能設施，如果你能蓋一家飯店，就能安裝太陽能板，很多技術門檻降低都是為了讓群眾能做。

警告你，因為這裡討論的是可預測性。如果你支付的薪資沒有超過服務業，那就別想招募到產業所需工人，工人願意以這樣的薪資工作，待在田野、烈日下摺疊太陽能板，而不是在有冷氣環境好一點的飯店工作，這樣就會缺工。

必須活在現實，努力去做，盡量讓產業支付均衡薪資，補貼已經很多了，稅收減免超過 20%，展期固定不是嗎？即使採用國內內容規則，遠低於普林斯頓研究使用數字的 100%，這仍然是一個非常有利可圖的投資，正大力推動美國製造業和實體設備，有機會訓練長期勞動力，訓練計畫會從經濟學角度啟動。

建築業沒有太多新事物可做？，國家訓練學院剛剛在密歇根大學舉辦，每年一次，從全國各地引進所有受訓者和學徒主管，開設所有新課程，推出，確保的受訓者經過訓練以及分派，所有新技術都分派出去，計畫結構非常紮實，在這個職業領域的訓練已有 100 多年歷史。

所以有人說不要再重新發明時，為什麼要浪費時間重來，要盡可能高效率，而不是根據新勞動標準，必須支付現行薪資，反正都要支付工會薪資，必須使用登記學徒計畫，很難脫穎而出，因為成本非常高。如果你不是剛畢

業的學徒，非常難維持，所以成本將不在考慮範圍之內。

所以我不懂為什麼要屈服？計畫已經在那裡，已經跟社區、優秀的合作夥伴合作達成目標，全國各地都有合作夥伴和學徒先修計畫，擁有電氣建築業最多元化的勞動力，只要承諾與合作市場可預測性，就可以長期投資勞動力，以一定的成本提供訓練，以你們所知適合你們、適合產業工作的成本為基礎，不會增加成本。

這是最有效的方式和新經濟規則，也是你需要用來訓練勞動力的技能。這裡有個卓越的準則，考慮按工時、預算交付專案，我老是不懂為什麼要害怕跟工會合作，為什麼讓合作的破產這件事會出現在商業模式裡面？恰恰相反，我們會盡力讓你在市場上占據優勢，這就是新規則，創造了公平的競爭環境，對，你可以成為領導業者，必須跟市占低的廠商競爭。如果你不跟人計較，就會被趕出市場。總之，需要夥伴關係，需要在訓練方面進行合作，需要關鍵的技能組合，以便勞動力流動，人可以換工作。

如果你不做，你想把某人分類，或放入計劃中，一定期間內中斷訓練必須賠償訓練費用。這類事情不只對經濟不利，還會凍結你的勞動力，如果他們離開，就會壞了你的名聲，應該克服一切，建立真正良好的合作夥伴關係，有很多合作案例。

我之所以提出這個問題，是因為在建設過程中所做的第一件事情是實際上開始訓練將要執行該計劃的人員。這裡確實大聲而清晰地傳達了這樣的信息，需要可預測性，需要勞動力的長期觀點不會神奇地出現，除非為人們提供他們何時需要的長期觀點。所以這確實是每個人都在說的。所以 Michael，我答應過我會回到這個主題的。你提到了我坐在這裡所思考關於好萊塢編劇們正在罷工的話題，因為他們聲稱 ChatGPT 會讓他們失業或者其他什麼。

但，經過這次疫情以及你們一直在做的工作，學習了新的做事方法、新的人員訓練方法和新的運作方式。你認為 AI 將為轉型帶來什麼？對，這將會改變的運作方式。開始教授 Bruce Power 周圍的學校裡三年級學生關於 AI 語言編程。這樣做是有原因的，因為等他們讀完高中進入大學，在網站上所做的大部分工作都將透過 AI 在另一個地方被告知。如今，在的工廠中，目前規劃透過 AI 自動負責約 30% 的維護維修工作。隨著獲得更好的算法和收集更多的資料，這種情況只會增加，而且範圍也會擴大。舉個例子，正在實施翻新計劃的 6 號機即將結束，該反應爐上週五剛剛進入重要關鍵狀態。非常巨大且嶄新，和預算都減少了。安大略發電公司現已按時、按預算完成了 2 項翻新工程。

接下來要做的事情可能會減少 20% 左右的成本和 15% 左右。最近透過自動化做到了。擁有一支技術精湛、訓練有素的勞動力。但是，當展望未來時，以滿足這些人的很多需求。當開始轉向機器人技術時，下一個設備將使用機器人以半自動方式重做。當翻新下一個 4 號機時，它也會比 3 號機更快，從而減少時間和成本。它將是完全自動化的，因此來自 IBEW 和其他建築產業的技術人員將進來並設置機器人，然後機器人將進行拆卸和重新組裝。所以你會看到 AI 在許多不同的方面發生著變化，既包括規劃、準備和建設，也包括維護、診斷和監控。有一個固定排程，機器人現在可以進入工廠進行檢查。當不想派人去那裡時，它就會出來，在你去那里之前，你就清楚需要進行哪些維修。AI 自動化的進步將以這樣或那樣的方式出現在所有的設備中。儘早開始對勞動力進行訓練，以便確保多元共融是其中的積極成分，讓年輕女孩

和男孩對電腦編程、科學和數學感興趣，這很酷，對吧？發現狗很酷。沒有人會看到它並說，「我不想，我不想待在它周圍」，就像它對孩子們有吸引力一樣。繼續這樣做，以這個名聲讓下一代為此做好準備是非常重要的，而且會發生得非常快速，還對現有勞動力進行再訓練。所以他們了解正在發生的事情以及如何使用它，

Neil 對，請繼續努力。整體訓練會發生變化嗎？或者你對勞動力發展有何看法，從你開始好了。

Kristie 我自然認為應該用混合方法，但也要看角色，不去碰工具，怎麼訓練電工呢？更重要的是，訓練時要考慮業界認可證書。不管去哪裡，不管在什麼公司或在某一州，每個人的程度都一致。你會知道每一個員工的基礎學習，如何發展未來的狀態。不管是技術進步、網絡安全、產業的巨大需求，精熟訓練跟填補這些職缺一樣困難。

Michael 對，我會說非常相似。訓練計劃不只訓練學徒，還會訓練學徒以上工人。如果他們需要，需要憑證才能將施工工作發送到工作現場。在很多情況下，允許雇主要求任意的、某種特定的訓練才能進入工作現場。所以我的意思是，現在正在浮現的東西，我猜想可以討論數字，對吧，正在研究的方向，完全不只是建模，還有研究致使巨大基礎建設故障的弱點。所以，我想我可以回答這其中的兩個問題，因為將在能源勞動力中發現最大的短缺是電力線路的人才。這是最難的，對吧，因為需要很長時間來訓練。學習是如此困難。獲得市場可預測性非常困難，但你知道這些數字，將使人們得以面對風暴損失。當正在為勞動力而苦苦掙扎並試圖進入佛羅里達州時，很好地知道關鍵基礎建設到底是什麼，而且能夠準確地確定針對該電網基礎建設中發生的任何類型損壞的解決方法。所以現在可以處理它。進行訓練，現在你知道正在進入核能威脅倡議（NTI）學習。一直在研究所有新技術，正在尋找產業極力建議的關鍵人才，而且重要的是，我不只應該找出訓練的工人，還應該找出訓練的承包商。

Neil 是，這裡有關多元共融的問題，一整天的結論，小組會議提到人口統計的問題。我們每個組織都目標都很多元，重點都在我們找的族群，觀察結果是比較常找從高中輟學的人，可能稍作接觸。我們能為年輕階段的人做什麼？以青少年為例，能做什麼幫助這個族群？也許可以從大學開始，因為 Michael 已經準備好了。

Kristie 當然，永遠不嫌早，最大障礙是職業意識。小孩、年輕人、轉換跑道者、退伍軍人，他們不知道自己有哪些技能，不管你是誰或你喜歡做什麼，產業中都有你的一席之地。訊息越早傳達，訊息越廣泛，就越能吸引多樣性進入產業，因為你無法成為你視線範圍以外的東西，這是非常重要的。教育和勞動力發展，根據多元共融倡議制定了產業改革路線圖。不只是定義多元共融，而是將多元共融作為一種文化嵌入到你的公司中，促使社區躍進，瞄準少數人群、與社區組織合作、與原住民團體合作，確保策略上專注多元共融。

Neil Michael 有話要說。

Michael 提早開始，在資優生或小孩選擇科學、技術、工程及數學等教育之前，同時也為他們介紹職業。面對現實吧，看看現在的美國，有多少大學畢業生現在吵著要納稅人償還他們的債務，因為進入大學體制，取得學位，卻無法

維持生計。可以去加拿大工作，收入六位數外加退休福利，長期穩定的高薪職業，接受高等教育和拿到高等學位後，選擇不同職位。起點不同，但社會早期對做工程師、電工、技術員的污名化，現在改為支持，鼓勵年輕學生追求這條人生道路，從小學就開始。

David 1:15:02 好，我只想說我們之前就達到多元共融的目標，非常多元。有一個名為 IBEW 的計劃，非常好，在建築業做容易多了，因為選擇申請人，而不是的雇主合作夥伴，後者直接招聘並選擇將進入他們的工廠或計劃的人員作為全職員工。所以這有點困難，但嘗試協商這些事情，看到人們有更容易接受它的趨勢。但我也說，儘早、非常早地參與進來很重要，擁有與想要招募特質的人而且招募他們和驗證交易且討論其經驗也很重要。但不想看到這種像一樣向人們介紹產業的想法。你認識的人希望看到這些人在 16 歲和 17 歲的時候就開始工作。他們確實使用長期童工，尤其是在礦坑、肉類加工廠和建築工地等高風險和危險的工作環境中，這件事並不會讓你們覺得奇怪。所以不想提及那遠，但確實想參與和介紹。然後在這裡缺少的最大的事情是美國軍隊，除了美國軍隊之外，建築產業和 IBEW 計畫集成的人約占該計畫的 50%，是世界上最大的職業訓練師。是迄今為止在世界上最大的電工職業訓練師。正在盡最大努力保持多元化，但軍隊擁有在這個國家、在世界上最多元化的勞動力，對吧。在可能的情況下，很難接觸到那些正在轉型的人，讓他們接觸到的轉型計劃並告訴他們，有什麼可用的，對吧。用槍保衛的國家，然後回來掩護每個人，以確保準備好承受任何形式針對美國的經濟或物理攻擊，這是愛國的事情。所以必須這樣做，有幾個這樣的人，必須讓人們直接從軍隊出來參加工作。他們有職業道德。我害怕污名化。對吧。所以想要帶領這些困難的人，但在突破這件事上經歷了一段困難時期。

Neil 1:17:17 謝謝，不過 David，身為英國人，我不怕國王皇后。如果簡單了解小組會議的主題。你會建議參與者做什麼來解決缺工挑戰？

David 1:17:44 上一輪小組討論聽到的？長期目標當然會促進投資，投資會促進專案，就像我們討論的那樣，也要有一個目的不是嗎？年輕人想找的並不只是一份工作。

Michael 1:18:01 我會說走出去，找到當地的公共地方議會，簽下專案，他們是勞動力訓練最佳人選。工人必須代代相傳，在你的資產裡過美好人生，強烈建議你去做，而且要同時勾選國稅局將執行的撥款計劃、貸款計劃和稅收減免計劃中所需的所有方框。我想說這是你最好的選擇。再強調，薪資或現行薪資標準以及登記學徒的使用費已經納入考慮範圍內，無需支付額外費用，這些都是勞動力成本基礎上得到的額外好處。所以請好好利用。

Kristie 1:18:44 社區夥伴關係和透明的溝通，所以跟社區、社區為主的組織與正在建立人才管道的學校合作時，必須誠實了解自己的需要，在所提供課程的跟所需之間的差距有多少？學生已經完成課程，卻無法進入能源中心？其中差異為何？

Neil 1:19:15 好，謝謝。

司儀 1:20:09 歡迎 EPRI 總裁兼執行長 Shawn Mansour 和資誠合夥人兼顧問委員會主席 Casey Herman。

Casey  
1:20:30 我很意外，這麼多人留到 16:30 還不走。

Arshad  
1:20:36 不留不行，外面有龍捲風。

Casey  
1:20:38 我恰恰說明了小組討論的品質，以及今天的議程有多棒。今天下午真的有點嚴肅對吧？討論了網絡安全、供應鏈、關鍵礦產和人力資本威脅，當然，一開始是從極端天氣事件發生機率變高，而且可能加劇。但全部都凸顯對能源產業而言，此時多需要鼓舞人心？經濟脫碳的工作還很多，電力產業正在主導，多麼激動人心的時刻，企業和社區衝擊多麼大，推動成長和創造更多機會。討論很棒，謝謝大家加入討論。

Arshad  
1:21:39 謝謝大家。我們去了語言藝術博物館，一條另類的道路。那不是國際間諜博物館。因為英語是我第二語言，我仍然需要學習單詞，這就是我去語言藝術博物館的原因，會有大量對話，而且希望對話繼續下去。我非常同意你的觀點，我們要去上管理學課程，讀一些像《Who Moved My Cheese》或《What Got You Here Won't Get You There》之類的書籍。

對這個產業，過去 25、30 年發生的事比以往都更真實而且需要成長。對，你曾經投資燃煤。對，你曾經投資天然氣取代燃煤，你必須看看如何才能帶來 220GW 的電力。它正在改變。如果你不相信正在改變，隨便找個人問問。到 2030 年，一次發送導體的容量是 1000MW，再工業化是認真的。所以必須投資，但必須弄清楚，所有人都必須向電力從業者討論有關電力的事實。你會希望多生產氣體，不是因為人人喜歡生產氣體，而不可能只靠一種能源組合達成目標，因為其他事情需要時間，在倡議中加倍努力，我不自私，這是為了產業。

我們想了一個新倡議。我個人稱它為「Bob's Idea」，指的是整合供應鏈規格，每個重合器（Recloser）規格都不同，每個絕緣子規格都不同。南方電力公司有 5 家營運公司，配電規格都不同，。需要最少的輸配電站點。必須讓執行長採購標準化。Bob 是個在阿拉巴馬電力公司工作 45 年的人，他想到這個配電想法，變成新想法。

Casey  
1:24:37 要付出很多代價，不過這個目標令人欽佩。

Arshad  
1:24:45 大家都要遵守相同規格和 VPP，別忘了。可以去做 Leo 說該做的投資，或者 APS 該去做，反正某人該做。如果不弄清楚，我不指只中低收入戶，那樣受影響的家戶就會是 5300 萬了。中低收入戶底層有 600 萬人住在移動房屋裡，1800 萬人居住在家庭住宅，年收入介於在 35 美元到 4 萬美元之間，四口之家。你必須要能清楚說明現在做的事能降低汽油、電力和天然氣的能源費用。如果你辦不到，只會說這裡要做需量反應，這裡那裡要做試點，這樣是不會進步的，不是講講而已，是真的要做。

等待週三出的論文，對各州進行詳細調查，了解降低通貨膨脹法案、晶片法案、AI 和生成式 AI 如何導致資料中心爆炸。所以 Casey，真正的機會來了。

Casey  
1:25:58 對，不讓任何人落後，每個人都跟上，整個社區都受惠。



Arshad  
1:26:06

而歐盟僅落後六到九個月。其中原因之一在於所處是這座城市的首都。這裡已經成為世界清潔能源之都，因為歐盟正在努力做在加拿大考慮所做的事情。被認為工業負載成長衰退且萎縮的發達國家將會看到變化，正在這種變化的第一年，將對此進行更多對話。

感謝你和你的團隊度過了美好的一天。期待明天。每個人都度過了愉快的時光。太好了。我很感激。太感謝你們了。

## 第六場小組討論：全球防務，提高任務準備狀態

### 在有效的生態系統中推進可行的替代能源

#### 爐邊談話：

美國海軍能源設施環境助理部長/永續發展執行長 Meredith Berger

美國前助理國務卿/退役海軍中將 Dennis McGinn

司儀

歡迎 EPRI 執行長兼任董事會主席 Maria。

00:00

Maria

0:14

早安，謝謝各位的熱烈歡迎，同時謝謝大家參與夏季研討會第二天的議程，對各位諮詢委員會的委員來說，今天是第三天。在開始之前，感謝 Exelon、Tony 跟 Mike 在語言藝術博物館（Planet World）帶給大家的美好夜晚，清楚表達世界的心聲。更重要的是，清楚表達這段清潔能源旅程的心聲，這個由每個人主導的旅程，每個人都有機會做出巨大改變，我心裡想的是，如何用雷鳴閃電強降雨結束一天，如何用 Cabinet 博士對全球變遷，從未來氣候看到的評論開啟一整天？毫無疑問，這是 EPRI 的一刻，過去 24 小時學了很多東西，今天還要學更多，Vince 要提供相關內容帶大家回顧昨天嗎？

Vince

1:34

好，我寫了很多東西，要看小抄，有一件事是確定的，就是改變發生了，美國產業面臨的快速變化。美國預計在 2050 年實現淨零目標，代表部門必須在 2035-40 年間實現這個目標，尤現總體經濟脫碳的共識是藉電氣化，這個挑戰極大，一生難得一次的機會挑戰，所有人都非常關注，但不容易，昨天研討會應該聽很多了。

電力成長在 2050 年預計會是現在的 3-4 倍，同時又要淘汰 20% 的煤碳發電，那後續的發電機組合會如何變化？對天然氣的攻擊若繼續下去，情況將會進一步惡化，各位，挑戰很嚴峻，一方面要增加 400% 的需求，同時又要減少發電站，可惜目前的技術無法幫助實現這個目標，既有技術能讓美國某些部分脫碳，但沒有先進到能讓整個美國能源中心脫碳，因此，必須能夠用所未有的速度來發展和商業化的技術，你的投影片說今天在產業界所使用的主要技術，從開發可以商轉的平均時間為 40 年，現在就是要把這 40 年縮短成 10 年，要實現這個目標就是要這樣做。

就像 Marie 每次所說，就是現在，我完全同意，但此刻也是產業大放異彩的時刻，產業跟 EPRI 要共同努力，技術必須經過測試、布建、商業化，必須比以前更快實踐，但同時也必須誠實以對，哪些做得到，哪些是做不到的，各位昨天應該聽了不少，聽到 TVA 的 Lanny 談到兩件事，他的正面評論就是他很積極，他比過往還要緊張，他的重點是，必須降低化石燃料發電機組退役的速度，因為一開始提到的外界大環境變動，需求大幅提高，供應鏈萎縮。

這就是可靠性的災難，大多數 IPP 和 ISO 都在這個議題上掙扎，25-30 年前成立 ISO 時，發電組合很多樣化，有基本負載、負載追蹤、峰值，有各種不同的燃料，對一個不錯的市場非常有幫助，都想知道市場會怎麼運作，當間歇性再生資源上線時，還沒有成功，但訊號顯示如果沒把這件事做好，就會出現很嚴重的可靠性問題，大家都知道產業只要發生一次可靠性事件，清潔能源轉型可能就此打住。

因此，把事情做好及把步調調整好，對努力實現最終脫碳目標的永續性非常重要，討論了很多與靈活性、負擔得起、資源適足性相關的問題，都是清

潔能源轉型的關鍵，要解除市場管制，靈活性和韌性必須獲得重視，但目前沒有，因此必須市場改革，新技術必須盡速取得進展，討論到的有核能、SMR、長期儲能、CCUS、氫能，全部都出來了，全都在 EPRI 的低碳資源倡議 (LCRI) 之下，LCRI 專注研究技術，以及如何開展示範計畫，並盡速將計畫商業化，隨著氣候變遷，還必須確保電網為現在以及未來的氣候條件做好準備，還必須考量因總體經濟的電網電氣化所導致的需求增加，必須讓電網做好應變一切的準備，這是 EPRI 主導的另一項「氣候行動」的倡議。

當然交通部門也必須電氣化，規模很容易擴大，在本次會議上也做了宣示，我會說，EPRI 聚焦在正確的領域上，而且時機上，產業背後有東西協助實現目標，比如《基礎建設投資就業法》(IIJA)、《降低通貨膨脹法案》(IRA) 等籌碼，為不只是產業，還有部署清潔能源技術的其他單位/人提供財務獎勵，每次面對員工，我都會告訴，禮拜四開會時我就說，過去 100 年讓成功的因素，沒辦法保證未來 10 年的成功，今日的成功因素無法造就未來，關鍵是必須有不同思考，採取不同行動，必須更數字化，必須跟法規機構、政策制定者以過去沒有的方式合作，昨天 Casey 做的總結可能有些部分讓人害怕，卻非常令人興奮，這就是讓我每天起床上班的動力，想要解決問題，Maria 也是這樣，整個產業向前衝，努力解決問題，因為這很難，因為大家都知道這很難，卻不表示不該努力去實現，也許 2050 年做不到，也許 2035 年做不到，但是如果不盡全力，什麼也做不了，Maria，交給你。

Maria  
9:40  
謝謝 Vince，就是這個會議廳，一切都在這裡發生，這是 EPRI 的黃金十年，是時候將科學研究匯聚起來，實現清潔能源的未來願景，眼前的機會以及來自全國各地和世界各地的不同實體、專家的數量是非常了不起的，正在討論這個話題，這確實是個機會，去領導，去做出改變，不只為產業，也是為這一代、下一代，不到有什麼比一群擁有知識與豐富經驗，願意奉獻精神有動力去實踐的人更有價值、更重要的了，真的是 EPRI 的黃金十年，接下來這一位，孜孜不倦、熱情、了解全球形勢，為 EPRI 奉獻精神的退役中將 Dennis，請他介紹下一位講者，感謝。

Dennis  
12:16  
我希望你成立一個團隊，他說，這就是的團隊，EPRI 能源產業團隊，不只美國，也涵蓋全世界，很高興來到這裡，並非常榮幸地歡迎美國海軍能源設施環境助理部長兼任永續發展執行長 Meredith Berger，將進行爐邊談話，現在是八月中，改叫營火吧，想像大家都坐在營火旁，鼓勵大家善用應用程式來提問，以下進行 Meredith 和 Denny 之間的討論，保持良好溝通的氛圍，言歸正傳，Meredith，謝謝你來。

Meredith  
13:27  
謝謝 Denny 邀請我，大家好，很高興來這裡，同時很高興上台音樂很棒，很少人有這個機會，謝謝。有人說不用擔心是嗎？有些事情是要擔心的，我很清楚，會場裡的人擔心是有道理的，有目標，經過深思熟慮，身為美國海軍能源設施環境助理部長/永續發展執行長，我與你們一起用一種專注、有目的、合作的方式，我有很多想法，我喜歡把能源設施、環境以及 CSO 的工作歸納為 3C。

我會談氣候行動、關鍵基礎建設和社區。氣候行動，此刻坐在營火旁，卻用錯誤的方式在錯誤的地方得到火和熱，各位都感受到壓力和緊繃，海軍本部、海軍和海軍陸戰隊也是如此，知道氣候變遷與經營環境的變化，會對經營產生影響，從而改變完成使命的方式，這個威脅非常現實、非常急迫，在任何環境下的運作與競爭都必須納入考量，確保做為世界上最強大的海上戰力，

這取決於關鍵基礎建設，一牽涉到關鍵基礎建設、公用事業以及獲得可靠、韌性、備源、再生電力的方式時，我會跟主要合作夥伴討論，因此，這是關注的一個部門，也是我的優先事項。

最後是國防部的防務社區，如果沒有防務社區，什麼也做不了，也無法成功面對你們跟我同樣關注的挑戰，因此防務社區會關注怎麼做好，不管內外，因為歸根究底，只要把這 3C 做好，那也算提升了永續性，確保所做的每一個舉動、投入的每一塊錢、創造的每一個優勢都是永久，這是在完成 3C 時，對永續發展的整體看法，因此，很高興跟大家討論，確保我對自己的想法和方法有一定的了解。

Dennis 16:36 你剛剛說產業合作，尤其是與公用事業之間的合作非常重要，軍隊文化、團隊合作、生死後果，公用事業和軍中每個人，尤其是海軍和海軍陸戰隊，都必須了解技術並完成任務，社區夥伴關係非常好，我的意思是，海軍能做的事情會為社會直接帶來好處，到一件事，也許可以用房地產來安裝太陽能板、儲存設施、變電站，執行的任務不但有利設施，而且有利社區，對有什麼想法嗎？

Meredith 17:40 當然，我把房地產稱魔法權威，房地產可以做很多事情，只要最大化使用，如此一來，政府的各種強化使用租賃都可以跟社區合作，確保投資能夠回收，分層合作的效果最好，舉例來說，與加州能源委員會的良好合作關係，加州優先考量推動再生能源組合標準，確定加州的糧倉碳足跡超標，因此，能夠與房地產當局合作，利用其他合作機會與的公用事業合作夥伴合作，確保能夠很快內外受益。

在談論高溫，不能不舉這個例子，因為加州面臨著限電，這種情況已經發生好幾年了，由於米拉馬爾海軍陸戰隊航空站以及聖地亞哥重要的船隻，公用事業經理努力確保社區能避免這種情況，透過合作，能夠將船舶從電網上拉出並接入船舶電源，然後確保能應用其他現代能源技術，將儲存的能量返回給電網，在站點進行安裝，以確保當一個社區的燈光熄滅時有能源供給，的使命是讓社區沒有感覺到韌性和設備的存在。

Dennis 19:42 很好的例子，我從來沒想過拿現役船舶作為分散式電源，這個例子很好，昨天有進行很多討論，討論是否必須在各個層級建立虛擬電廠之類的東西，當然這是工業層級，另一個想加入營火談話的是共同的好朋友，政府能源委員會主席 David Hochschild，Meredith 和 David 前年簽署了備忘錄，鞏固夥伴關係，讓加州海軍本部和國防部能靈活應變任何危機。

Meredith 20:30 只是為你的努力做好準備，我必須給予讚賞，沒錯，希望仿效這種夥伴關係，不管是國家還是透過公用事業合作夥伴來複製這種夥伴關係，另外，與當地社區以及公用事業建立了合作夥伴關係的奧爾巴尼海軍陸戰隊後勤基地，國防部第一個淨零能源基地，很了不起，花了很長時間來推動，當時還無法執行，怎麼複製到其他地區？2009 年，海軍部長扮演重要角色，努力實現很難實現的能源目標。

也歸功海軍陸戰隊記錄的決心，堅持政治領導、軍事領導，會商領導層是否發生變化，與合作夥伴公司以永續能源為目標，在一年前實現淨零能源，在年前做出改變，持續堅持承諾的一切，在使命韌性、社區韌性和夥伴關係方面樹立良好榜樣，如果我能讓每一個設備合作關係良好成功就不錯了，請了解這就是我們目前階段，會繼續尋找成功案例。

Dennis 22:30 超越「零和遊戲」的心態很棒，喬治亞電力和南方公司對這種協調合作非常自豪，以奧爾巴尼與海軍陸戰隊為典範，不只喬治亞電力南方公司的領土上，全國各地皆然，是很好的案例。

Meredith 23:02 我不得不說，昨天看到公告我非常興奮，因為 EPRI 在做測繪工作，很想知道測繪結果與整體電網的需求，所有人集思廣益為偉大目標做準備，有方法，作為產業國家軍隊的情感，確保老百姓了解即將發生的事，轉型管理，很高興看到測繪方面的進展，電氣化轉型從電動車實現。

造船廠基礎建設優化計畫，是四個公共造船廠的重大資本調整，將轉向可靠、再生、過剩與儲存，有助於建設能源電氣化設備，等一切就緒，就會發出訊號，希望作為測繪的一部分，你講的雖然是電動車，但還有其他地方也有助電動車轉型，如你所見，其他設施基地，尤其是海軍陸戰隊，我代表國防部，這就是運輸要努力的一部分，必須納入。

Dennis 25:06 算你一個。

Meredith 25:07 好。

很高興你百忙之中前來參與。這個目標，那真是太好了。建置派遣部隊平台韌性的想法，不管是武裝空軍、海軍陸戰隊、海岸警衛隊還是近距離完全可以理解，作戰部隊跟韌性有什麼關係？換句話說，會電氣化嗎？重點不是讓軍隊綠色化，而是讓軍事任務更有效率，有何想法？。

Meredith 25:59 當然，一切都是為了任務，作戰所需能源以及如何支援電力保護平台，所有任務、人員、資產都會被儲存，不管是出勤、休養、補給都仰賴教育訓練。建置是行動的一部分，但考量供應鏈安全，這很重要。昨天 Granholm 部長為新電池生產設施剪彩時，在加州鋰谷看到很棒的事蹟。

供應鏈安全性很多方面有助於作戰的進展，作戰能源方面很高興跟 Carter 合作，使用 80 顆電池時提高安全性的模式剛剛確立，就算使用多達 60 顆電池，已能檢測保險上是否有火災，允許更安全的船運運輸，在作戰環境下使用電氣化不容小覷。

Dennis 27:34 一個價值資訊電力測繪平台，考量的主要是變電站，但也有其他定義。問一個問題，能談談海上脫碳行動的狀況嗎？我想應該是要遵循能源效率或作戰效率。有何想法？

Meredith 28:02 是，所以我們才研究混合動力引擎、更省油的技術，與公部門合作以利設定期望要求，希望看到成果。就平台的演變而言，兩者關係非常密切，混合動力引擎目前燃油效率最高，還包括研究設定出力曲線圖及其他方式，確保燃料消耗速度最大化，同時嘗試最佳路線，最有效的航行方式。

這只是開始，還有更多要考量的，隨著努力實現脫碳，也更關注委員會，這也是優勢，確保弟兄有最佳作戰環境，同時有利引導物流鏈，爭議越來越大，所以要讓人放心，當耗能的燃料低於所需，弟兄就會更專注職務、任務，做好主要工作。

Dennis 29:25 不只是海軍部，所有研發部門都在尋找某種替代品，船舶飛機的化石燃料添加劑，EPRI 說你們參與了生質燃料方面的研究？



- Meredith 29:47 當然，產業有很多合成燃料的案例，一看到早期投資試驗結果，軍方很快就跟著做了，生質燃料和其他合成燃料是能源組合的一部分，其他都被排除，因為對環境不友善。
- Dennis 30:16 另外一個問題是關於海軍艦艇電氣化，潛艦核能航空母艦電氣化已經做了，要做小型模組反應器也可以，以穩健性來說設計相當不一樣，較小的設施可能還得進行更多電氣化研究，不講整艘船艦的話，陸海空無人平台呢？
- Meredith 30:55 當然將再生能源整合不同平台的操作，作戰優勢當然是人很安全，看得更遠，能接觸其他人，能補給。重要的環境電氣化池 (electrified tubs)，要了解應用，為什麼跟海軍陸戰隊測試波浪能等等。就前瞻性而言，探索和實驗結合，看是否處於嚴峻的環境，如果希望降低風險，考量如何執行措施，謙卑學習別人的試驗時的做法非常重要。
- Dennis 31:51 剛剛提到航空母艦裡的 SMR，不只是海軍，對國防部來說，針對為基地設施部署小型模組反應器的可能性？
- Meredith 32:09 空軍正在做初步試驗，試驗為太空加入太空人，我們正在評估如何應用，當然如你所說，我們對核能管理職責一知半解，體驗服務對了解環境特別加分，猶豫評估都有，但或許真的能如何處理核能帶出專業知識。
- Dennis 32:49 米拉馬海軍陸戰隊航空站的微電網非常酷，你對微電網、虛擬電廠或分散式電源有何想法？
- Meredith 33:09 這些都很重要，我朋友未來的規劃將這些都融會貫通，以便準確複製米拉馬的案例，先儲能，之後拿出來用。最後，這屬於具韌性的防禦型社區，任務得以延續，因為它們是密不可分的，能回饋基地，對基地價值無限，14 天孤島能力，具備能源韌性、獨立性，遭受破壞時能發揮作用，不管是人為還是大自然，都要有可靠性。
- Dennis 34:03 大自然與環境組合，實體基礎建設的韌性，大家都很關心。有沒有更好的做法去人們適應日益頻繁與高強度的大自然事件？
- Meredith 34:24 有幾種方式，你之前提到我永續長的角色，首先是一系列備忘錄，透過我的角色指導部門，將所有考量因素納入未來建構中，能源改造與各種應用，具體化韌性統一設施標準，做為部門基礎建設的標準。
- 也要跟社區合作，因為海軍大部分物品都在海岸線上，風暴和氣候事件對國防來說衝擊是無差別的，社區夥伴關係對海岸防線保護非常重要，透過自然防線與人造基礎建設兩者可以有效達成目標。此外，建置新系統會使用韌性代碼和新標準，透過維護系統進行升級，這是進展，也是全新的開始，但一定要建設。
- Dennis 36:00 對社區很重要，因為軍事基地韌性很強，可作為人道援助和災難重建的階段性基地，急管署 (FEMA) 以密西西比州海軍航空站作為階段性基地，是重要工作，確實讓所有人變得更強大，顯然在不同區域，挑戰不同。
- Meredith 36:34 補充一點，人道援助和災害重建通常是海軍陸戰隊的工作，經常是全球救援第一反應單位，出現災難時，以颱風兩度襲擊日本的颱風為例，海軍陸戰隊馬上介入，是全球前線第一反應部隊，是他們的任務，事件突然發生，無法控制，等颱風遠離，海軍和海軍陸戰隊必須立即做出反應，同時要有能力做出回應，也是另一種動態作戰。

- Dennis 37:30 說到颱風，關島還在從不久前的超強颱風肆虐慢慢恢復當中，是否會建設更具韌性設施？
- Meredith 37:47 關島很多地方很重要，看到大自然摧毀現實生活，當地基礎建設韌性程度不同，超級風暴對通訊、人民、供水、能源造成的衝擊，許久才正常供水，應變要靠能源支持，颱風毀了一切。承包商跟其他人都有賴穩定來源的電力讓一切運轉，斷電後，所有工作被迫暫停，直到電力穩定才重新開始。
- 這包括多層含義，復原能力對島嶼環境的意義，以及環境對作戰的影響。超級風暴來襲可不是開玩笑的，之前討論高溫和野火，但就像海洋溫度與空氣等未知領域，大西洋颶風風暴預測週四發布，我很擔心超級高溫和暴風季節對前線的影響。
- Dennis 39:24 待在室內，我記得阿拉伯灣當時海水溫度非常高，電廠運轉真的非常困難，是現在每天都在影響我們。有幾個問題包括基礎建設法案、晶片法案等等，國防部在其中扮演什麼角色？還是為了與社區或私部門合作？有什麼秘訣或使用那類資源的管道嗎？
- Meredith 40:06 當然有秘訣，尤其是基礎建設法，還降低通膨法，這是專門為國防社區夥伴關係制定的，其他單位當然也適用，但具體來說，這是國防社區聚集之地。對多數申請者來說，公用事業是合格的敵人，許多獨立規劃師也是。所以查看衝擊最大的點在哪裡時，會找到海軍本部艦隊集中區以及更多孤立的環境，區域名稱和需求訊號都按照環境生成。
- 最終目標是復原能力，這裡有很多機會可以合作、示範，按想法狀態去建設，應該在服務區域的所有社區和其他設施做淨零建設，請與我們合作，這是非常值得追求的領域，我看到有很多機會可以回歸改變。隨著最終韌性狀態完成，這會是個對所有人都有利的轉型。
- Dennis 41:33 顯然生活是團隊運動，團隊就在這裡，海軍部長的想想法透過你展現，國防部對好想法和合作夥伴關係持開放態度，有望克服總理事會對商業模式創新所有反對意見，我很努力想通過《總量管制與交易法》，管制法學院畢業生和工程師數量，抱歉。
- Meredith 42:15 有時我會跟我非常聰明熱情的法律專業團隊討論，最好的機會就是積極樹立典範，我們目前正處於未知領域，現在有很多方法，不需要別人告知我們怎麼做，而是要去做正確示範，這是法律最棒的部分，我不知道有沒有律師在這裡，但法律最棒的部分是弄清楚申請流程以及最終目標達成程度。
- 審視法案，機會就在眼前，我願意承擔風險，在別人還不知道怎麼執行之前找到執行方法，徹底實現韌性，樹立良好榜樣，讓其他人追隨，所以，來找我談吧。
- Dennis 43:30 好，謝謝 Berger 部長精彩的見解討論，謝謝。

**第七場小組討論：電氣化：預測系統性風險和複合風險**  
在依賴電力的經濟中生活在電網邊緣，解決電動車、分散式電源、消費者需求、靈活性、公平、環境、勞動力等的安全影響。

### **Chauncey Chats：家庭靈活供暖**

EPRi 電氣化暨用戶解決方案資深區域經理 Ron Domitrovic

Ron 44:13 去年聖誕節前夕，寒流席捲該國東部地區，因為某個原因，溫度降至零度以下。令人擔憂的是，溫度下降的速度非常快，導致加熱設備的功率迅速上升。對電網需求極大，許多人面臨分區輪流停電，被獨立系統業者或公用事業通知要求節約能源。停電對平安夜做飯聚會的人來說很無奈。

大家似乎了解原委，願意提供幫助，但冬季風暴 Elliot 暴露了系統的弱點。因應極寒氣候，電力需求成長，尤其在中南部，是電阻熱參與引起的，有些是主要問題，但次要問題大多與傳統熱泵有關。隨著室外溫度迅速下降，家庭建築難以維持室內溫度，熱泵作為備用熱源全力發揮作用。過去幾年，東南部人口與住房大量成長，增加了熱泵及其熱電阻配套的普及率。

如經典節慶故事《聖誕頌歌》，如果不進行電氣化和脫碳，未來會怎麼樣？Elliot 風暴已經證明，電阻熱急劇增加會增加電網的負擔，如果電網無法正常運行，用戶對脫碳所需電氣化技術的支持會大受影響。幸好，有方法能提高客戶端的韌性，例如下一代熱泵和雙燃料配置。部分公司有先見之明，已經做了研究、測試和執行。

冬季風暴 Elliot 來襲時，EPRi 正在跟田納西河谷管理局（TVA）研究下一代熱泵的使用。TVA 與 EPRi 研究人員合作，部署 25 個先進的熱泵，作為其家庭提升計畫的一部分，重點是改善中低收入住宅的整個能源系統。幸好，Elliot 來之前，就已經在田納西州查塔努加一間房子做好安裝、升級和監控系統。那間房子是 Patricia Thompson 小姐的住所，整個風暴過程都維持華氏 78 度，而且是沒有電阻加熱的情況之下。這樣的房子，冬季高峰用電需求可減少多達 10 瓩。若當時有 25 棟房屋都升級完畢，則可以節省高達 1/4MW 的費用，為田納西州人提供照明。

隨著這類技術擴展，能產生更大的影響。Thompson 對新系統讚不絕口，舒適度提高。雖然專案還會面臨更寒冷的天氣，但系統為如何透過智慧使用融合多種視角的技術全面改善客戶、電網和社會能源需求做了最佳示範。大多數客戶不知道新興技術可以為他們省錢，同時讓他們在極端氣候下感覺更舒適。

電網技術不斷進步，所面臨的挑戰是找到低但、避免需求尖峰，全天候服務用戶的技術三重奏。下一代熱泵只是一個例子。透過足夠的研究，我相信會有更多發現，希望未來假期中不會發現自己處於黑暗之中。謝謝。

### **Chauncey Chats：2025 年交付 100 萬輛電動車**

通用電動車政策法規事務總監 Michael Maten

Mike 49:00 早安。交通史上最偉大的革命正在上演。電池電動車取代內燃機，重新定義人與貨物的移動方式。通用汽車將主導這令人興奮的歷史性轉型，因為通用的願景是一個零事故、零排放和零擁塞的世界。為實現這個目標，通用在 2025 年前會投資超過 350 億美元，將通用汽車轉型成一家電動、自動駕駛和軟體汽車公司。透過投資，開發奧特能（Ultium）平台，擴展全球專用電動車的完整產品組合。產品不只推動通用汽車的銷量，還會為地球帶來有意義的改變。

通用承諾 2035 年消除美國新型輕型車輛的廢氣排放。2016 年推出屢獲殊榮的雪佛蘭 Bull TV 時，在續航里程和經濟性方面具有開創性。但通用很快發現，想滿足全球消費者的規模，必須打造更廣泛的電動車產品組合，所以要有一個靈活且專門建置的平台。

有了奧特能，從經濟實惠的大批跨界車到全尺寸卡車和 SUV，再到商用和高性能車輛的各種產品。不管汽車如何細分市場，透過客戶分享，他們想要一輛時尚、有趣的汽車，續航力足夠加上快速充電功能，他們只要那台車就好。憑藉團隊的靈活性，通用的電池和零件正在擴大生產規模，以滿足成長需求。預計到 2025 年，北美的產能會超過 1,000,000 台，並持續成長。為了支持這個製造目標，通用建立一個安全、永續，以北美為主的供應鏈，採購電池和其他零件所需的原材料和加工。

提供足夠的材料，達成 2025 年的目標，會繼續鎖定鋰、鎳、石墨和其他關鍵礦物的供應協議和合作夥伴關係。此外，通用正在進行垂直整合，確保可用性並控制成本品質，這表示要打造自己的電池品牌，投資數十億美元在俄亥俄州、田納西州、密歇根州和印第安納州打造前四個奧特能電池工廠。到 2026 年底，通用生產線產能合計能製造出 160GWh 的電池。每座工廠在運轉滿載時每秒可生產 3 顆電池，客戶購買的是車輛，而不是電池銷售。

因為在技術和車輛產品組合方面的投資，2023 年和 2024 年是電動車產品的里程碑。通用 GMC 悍馬 SUV 已投入生產，加入去年推出的 100EV 皮卡。雪佛蘭 Silverado EV 工作卡車會推出，充電後可行駛 450 英里，Silverado EV 和 GMC Sierra EV 明年會加入卡車產品組合。今年夏天和秋天會展出雪佛蘭 Blazer EV 和 Equinox EV。兩週前，執行長 Mary Barra 宣布推出下一代 bull TV，繼續讓客戶滿意，不管是價格、範圍還是對技術的期望。

凱迪拉克繼續加快 Lyric SUV 交車的步伐。今年底會推出 Escalade IQ，Escalade 電動版。在費率下降方面，新的電子送貨業務，600 最後一英里送貨車，今年年底會推出較小的 ZEEVO 400。要讓客戶思考電動車，必須由家庭、工作場所和公共充電樁組成強而可靠的電網，正在投資充電解決方案，與經銷商、第三方以及 EV Go 和 Pilot 公司等企業合作，打造奧特能 Charge 360 網絡。

通用也與 Tesla 合作，2025 年起，北美充電標準連接器設計會整合電動車，使客戶可以在北美使用 12,000 個且不斷增加的超級充電樁，預計明年初讓連接器成為北美充電標準。各位可能兩週前就發現，通用與其他六家汽車製造商承諾在城市和高速公路安裝至少 30,000 座高功率充電站，讓客戶可以隨時隨地充電，第一批計畫在明年夏天開始運作。這是通用汽車激動的一刻，因為變革正在發生，為子孫後代創造一個更安全、更美好的世界。相信才華洋溢的團隊、技術和強大品牌、品質和客戶忠誠度，以及對電動車轉型和基礎建設合作夥伴的承諾，通用會不斷推動世界走向零擁塞、零碰撞和零排放，謝謝。

主持人：EPRI 電氣化暨永續能源戰略副總裁 David Porter  
與談人：亞馬遜 Last Mile 電力能源解決方案主管 Adam Rachael  
南方公司研發部資深副總裁 Mark Berry  
聯合愛迪生公司總裁 Matt Ketchki

司儀

歡迎 EPRI 電氣化暨永續能源戰略副總裁 David Porter。

55:17

David

55:30

跟我一起為 Ron Dimitrovic 和 Mike Maiden 與 Johnson 鼓掌，對最後一天來說是很好的暖場。前兩天已經討論過可靠性、韌性、資源適足性、安全性和供應鏈，下一個小組會綜合討論，但是要從用戶對零碳未來電氣化的目標實現有多重要的角度來討論。小組成員很棒，我們會討論實際成功案例，還有一個大家都很熟的大用戶。

介紹小組成員：從 Amazon Small 公司的 Adam Rafael 開始，Adam 負責亞馬遜最後一哩電力能源解決方案，非常重要的角色。接著歡迎 Mark Berry 加入，Mark 是南方公司研發部資深副總裁，歡迎 Mark。最後歡迎聯合愛迪生公司總裁 Matt Ketchki 加入。

如果一開場不感謝 Mark 和 Matt，那我就失職了。要是你知道原本的小組成員名單，你會發現南方公司的 Vin、Tina、Terry 會坐在 Mark 現在的位置，Vicki Quato 會坐在 Matt 那裡。但是 Tina 因天氣和交通因素沒來，Vicki 上週膝蓋受傷，醫生不讓她來。因此感謝兩位遞補了小組成員的空缺。開始前，做一下準備，Adam，請以用戶之姿回應，你代表會場很多人，以及能源業者 Mark 和 Matt 的觀點。展望未來，電氣化計畫扮演重要角色，你對企業能源供應安全風險的擔憂是什麼？

Adam

58:36

聽起來不錯，非常感謝大會邀請，大家早。有兩個讓人晚上睡不著，經常思考的風險。首先是變革的步伐，過去一兩天常常聽到，但未來 5 到 10 年的需求成長，這種情況雖然以前有看過，但從沒有這麼短的時間要達成的，這就是風險。另一個風險是，擴大規模時，必須改變對夥伴關係和協調合作的看法。

首先思考增加需求時，該如何整合同時發出訊號，很興奮必須擴大主動性。但設備的規格與標準化、資產利用等部分需要合作與夥伴關係。如何將部分適用的利用率提高，最後做到韌性和可靠性。未來 5-10 年依賴電氣化的資產數量只會大幅增加，產生新的合作方式。所以聽了前兩天的討論，我更確信必須找到合作方式，創造新的工作方式，看到會場上人以及由 EPRI 主導，並很高興能成為其中的一部分。

David

1:00:33

謝謝 Adam，換 Mark。

Mark

1:00:35

是，關於轉型，我想到在產業所見，怎麼同時轉型又維持韌性和可靠性，必須一開始就想好。看看南方公司，有件事非常重要，在製造空間移動跟銷售電力，要思考投資組合和投資組合成分，同時思考前端的韌性和可靠性。過去十年，許多新再生能源併入系統，我們與委員會合作，研究短期電池儲能和長期儲能如何與再生能源配對，讓系統更堅定同時處理資源間歇性。

如 Neil 和 Arshad 昨天提到，我看到 Pride 委員長在這裡，想感謝她在本計畫商轉時對喬治亞州公共服務委員會的支持。但核能是基載資源，思考到煤碳



供應，燃煤機組燃料在地面所提供可靠性，還有天然氣。有足夠的儲存空間來確保資源需要時可用。轉移電力時，要先思考投資與強化電網避免停電，然後才是靈活性，在停電時快速反應。然後提到售電，昨天小組討論讓我聽得津津有味的是 PECO 的 Funmi Williamson，她談到負擔能力，如何確保用戶都負擔得起，打造新的能源系統後，如何利用系統為客戶創造價值？

David

謝謝 Mark。換 Matt。

103:08

Matt

1:03:10

小組會議最棒的部分是可以用「同感」回答。非常相似的議題，也出現在南方高爾夫俱樂部，大部分業務不只是電力線，而是很常識性的。有件事你沒有提到，但我花很多時間思考，就是在客戶提出需求前就把基礎建設蓋好，特別是車隊設備的電氣化。像亞馬遜這樣的客戶對從站點獲取到查看該站點占用全部容量的速度的期望與過去為提供服務提供資金的方式明顯不同。所以要跟法規機構合作，查看實際想集中電氣化的區域，不管是電氣化、供暖還是集中電氣化運輸，都要確保輸配電、變電站電路容量恢復，才不會在提供服務為運輸脫碳時成為瓶頸。

很重要，也是跟利害關係人和法規機關密切合作的事，因為會改變前例。思考公用事業投資時，通常必須及時完工的能力，如果要蓋 50 樓摩天大樓，開發施工就要數年時間，交付中心從構思到投入使用要 18 個月，所以向地區交付基礎建設和預建的想法必須改變。

David

1:04:44

謝謝 Matt。深入探討一下，我會就南方航空和聯合愛迪生公司發生的幾件事開始。Adam，讓你晚點回答。Mark，從你開始吧。近年，有些公司與先進能源社區合作很多工作，都非常成功，有些還有獨立運作的能力。從你的角度，先進能源社區設立運轉，重要的是什麼？用戶扮演什麼角色？

Mark

1:05:16

是，首先，南方公司的優勢是擁有兩個智慧社區，一個在阿拉巴馬州，一個在喬治亞州，方法完全不同。喬治亞州比較像 DER 的微型住宅，屋頂有太陽能，家裡有電池，高能效電器。阿拉巴馬州，方法比較像社區，有社區太陽能、社區電池，天然氣發電來支援鄰里。兩者共同點是大家都喜歡智慧社區，房價飛漲，支付的價格高於售價，但他們真的很喜歡。

找開發商合作時，他們還有點懷疑，但在看到類似的房屋，別人卻願意支付更高溢價的反應後，他們就改變主意。幹這一行，我們知道技術只會逐漸全面採用。其次，住戶得到更好的體驗，不管是可靠性、斷電還是舒適度。

這個經驗非常好，這些房屋被相較富裕的人買下。所以我們做了一件事，跟子公司 Micro Gas 合作，與仁人家園 (Habitat and Humanity)，為中低收入戶蓋智慧社區，希望各階級的人，中低收入戶或各階級都能參與，負擔能力是正在研究的課題，以上是關於住宅方面。

還有大客戶來找我們，說希望可以參與，希望融入新技術到領導者背後，提升韌性與附加價值。我想其他與談人也說過，未來就在這裡，會繼續成長。

David

1:07:49

謝謝 Mark。Matt，你在紐約做過更厲害的事情，EPRI 稱為共享能源經濟，你已獲得法規機關核准，可以為客戶對表後資產進行投資，作為交換，他們讓即時根據需求控制負載。能否談談計畫啟動後的經驗、客戶接受的過程以及你看到什麼挑戰？

Matt

雖然很難相信，但紐約在十年前就開始思考分散式電源的流程以及規劃流

1:08:21 程。2014 年，紐約啟動紅色程序，鼓勵公用事業，指導公用事業如何整合分散式電源資源，延遲備用資本投資，Arshad 公開評論過幾次，關注負載平穩到負載下降。幾十年來事情不一樣了，但流程成熟，將分配資源當作工具。有幾個部分，首先是技術，所以 EPRI 夥伴才會這麼重要，因為不同的分散式電源，如何整合、系統、技術如何運作等等。

二、法規觀念和定價結構。客戶真的能接納的價值主張，客戶如何利用融資能力來挖掘價值，我們在紐約就這麼做，本質上利用分散式電源的資源並提供獎勵，是客的，我們只提供財務獎勵，基本上降低使用障礙和客戶利益權衡，才能獲益。資源並不是公用事業的，而是公用事業獎勵資源，弄清楚如何混合供應，構成系統中近 400MW 的低靈活性，相當重要。

但看看今天紐約的供電組合，大部分都是可調度的資源，等 2-30 個海上風電整合，可調度的供電組合會降到一半以下。如果想維持可靠度，就需要越多需求靈活性，與電網合作，利用客戶資源並提供有價值的客戶是非常正確的。

David 1:10:22 謝謝 Matt。Adam，回來問你。大家都知道亞馬遜對氣候變遷做出的承諾，很大一部分是車隊電氣化最後一英里（last mile）。你的車隊電氣化計畫是全美最積極的，你是怎麼決定從哪裡先電氣化的？

Adam 1:10:52 是，簡單的答案無處不在，開玩笑，謝謝提問。2030 年會有超過 100,000 輛汽車，視其為實現碳減排，主要是氣候驟降的重要成分。今天 800 座城市已經擁有 5000 多輛汽車，10,000 座充電樁已經完工。但就優先順序而言，發現在才做這些實在太晚，18 個月到兩年前開始的，但有些地方比其他地方容易做。

有些規定讓電氣化更容易。但我們三管齊下，財務、能源資料和碳基準來做決策。但目標是先了解最後一英里送貨到人們家庭和企業的情況，希望全國都實現電氣化，也開始研究大型車輛，6 至 8 等級卡車，以及如何努力解決零件深度碳化的問題。

David 1:12:35 今天早餐聊得很開心。所以當你開始做最後一英里資產電氣化時，在公用事業方面遇到哪些關鍵挑戰，在座的人可以幫助你解決哪些問題？

Adam 1:12:58 應該是簡單的問題吧，這是我第一次參加夏季研討會，謝謝。我看到全面合作夥伴關係，作為試圖快速實現電氣化的大型物流業者，最大挑戰是整個流程設備法規都缺乏標準，尤其是想全國推廣，我想強調一點，這個挑戰並非亞馬遜專屬，這在各地區、各州同樣發生。

亞馬遜在全國都看到這些問題。隨著其他客戶開始為車隊電氣化，就算不打算全國都做，也有發現類似挑戰，標準化的理念是從應用過程開始，電力安全、設備、時間表。稍微聊一下，尋找強化雙方信心的方法，強化自己和公用事業合作夥伴的信心同時降低風險，就是這樣。總之，很開心目前的進度，我想說，標準化流程對所有客戶都很有價值，不管是對大型國內客戶還是小型本地客戶。

David 1:15:04 很棒，謝謝。聽完三位的評論，顯然客戶的角色非常重要。尤其思考到未來電網的靈活性、可靠性和韌性。我想更深入探討，從 Adam 開始，請教亞馬遜對車隊作為電網資源的整體可用性看法，不管是管理充電面還是電網面、建築面都可以。但是車子有各式介面，公用事業能怎麼合作助你實現這個目標？

Adam 1:15:54 不，現在肯定是早期階段，卻非常重要。處理的方式是要看現場資產，不管是車輛還是電池儲存，或者是在地發電，都希望是一整個生態系統，這是合

作方式之一。另外，資產利用率確實很關鍵，之前討論過，電氣化的財務，資產是其中之一，如果資產利用率低，試圖擴大就會是一個挑戰。

我們當然想參與，灌輸給團隊的主要資訊是今天就要想好，因為未來 5-10 年變化很多，軟硬體需求大增，法規政策也要修改。但若等到建置超過 100,000 輛汽車的充電樁，後續要進行改造或回到以前會非常挑戰，而且無法做最佳優化。我們正在尋找合作夥伴一起規劃執行。最後，這是整個電網達成韌性和可靠性的唯一方法，自己做不到，必須作為廣泛系統的一部分。

David 1:17:54 謝謝你。Matt，回頭問你，再談談共享資源。好的電網資產的共享資源只有在客戶即時提供負載時才算，那你認為目前為止必須彌補的差距有哪些，才能確保資源在你需要時可用，讓更多客戶註冊你已擁有 400MW。

Matt 1:18:27 是，客戶經濟學再加一點觀點，客戶的理性行為是根據現況經濟學，這部分我們是成功的。2017 年來，我們的管理充電計畫已經做非常久。到 2022 年，有 24% 電動車已訂閱這個計畫，參與度算很高，一直非常成功。2022 年，70% 的參與者沒有在尖峰時段充電，計畫非常成功，因為對客戶來說，既經濟又能滿足充電。

我們也看到差異和挑戰，對校車進行車輛到電網先行試驗，校車電網調度效果很好，但是電池老化及經濟性，你會發現無法滿足併網，不具備與客戶合作的經濟性，必須建置滿足公用事業需求和客戶需求的計畫，因為看到大規模充電基礎建設，特別是紐約市的商業充電基礎建設。

我們設定的其中一個目標是跟開發人員合作管理充電，有沒有方法獎勵他們，讓充電負載順暢或變成分散式電源？也許利用設施額外電池讓充電曲線平滑？在配電充電時管理電力資料，成為有價值的電網資產，同時也滿足亞馬遜運送包裹時的主要目標，所以如果要做，必須繼續改革，這不是公用事業的需求，與發電機組的調度方式也不一樣。這是一個消費者有一個商業流程或需求必須解決，要我們整合同時提供解決辦法。

David 1:20:29 謝謝 Matt。Mark。

Mark 1:20:31 我稍微提一下，我忘記是誰提到這個數字的，如果我錯了請糾正我，他說 160GWh 對嗎？就是這個數字。講到電動車在我國的滲透率，會想到通用、本田、豐田等不同製造商，以及可用和移動的儲存容量。做為業者，不得不重新思考通訊方面，預測負載會移動到哪裡，因為現在已經相當清楚負載在哪裡，但電力是雙向的，會在空間、時間和幅度移動。

這樣就有不同思考層面，我同意 Matt 的觀點，客戶會有這樣的價值主張，但我不確定是否真的理解，一旦用某種新冠病毒類比達到從眾心態，就會有更大的滲透率，解鎖某種類型價值。但必須擁有基礎建設才能達成。

David 1:21:58 很棒的觀點，謝謝，再請教你，思考這個問題時，思考客戶複雜程度的變化、他們使用的技術，不管是在電表後面還是在過程中。與公用事業合作的專案要成功，必須做哪些客戶教育，讓他們願意採用這項技術？

Mark 1:22:27 是，我舉我們跟 EPRI 合作的例子，就是如何吸引中低收入客戶參與電動車，有時候我們不會一開始就考慮所有客戶，這個計畫的做法只是去參加公共活動，帶著電動車開始進行調查，讓他們告訴我對電動車的興趣，每一個階層的興趣都很高。

但你問他們住家附近的基礎建設時，很多人都是租客，住在集合住宅裡，所以我開的是電動車，2 級充電站裝在車庫裡，不是每個人都可以這樣，應該設計專案，讓每個人都買得起電動車，所以我們開始思考做社區基礎充電建設，比如街邊教堂，如何讓各階層客戶都能參與。

David

謝謝。Matt，你或許有其他想法？

1:23:45

Matt

是，客戶參與是客戶教育的一部分，但必須滿足客戶最後需求，電動車是其一，供暖是其二。去年有 30,000 人參與專案，結果那些客戶放棄與培訓人員聯繫。與客戶合作是有道理的，能滿足整個冬季的供暖需求，我們講的是能在東北地區實際運轉的高效能下一代熱泵。那一次參與教育很大，客戶信任到願意斷聯，轉而使用你的電熱源。

1:23:50

David

謝謝 Matt。好，不介意的話，請每個人拿起手機回答問題，可以全部用手機答題，想要提問的也可以提問，這裡三位小組成員有很多想法意見，別錯過機會。第一題是有關客戶是否願意參與共享電網資源專案，非常單純，要或不要而已，然後就複雜了，面對特殊狀況，是否從財務角度提供適當獎勵？三位看法如何？很有趣，意想不到。

1:24:42

Matt

答案 C、D 都是正確的，D 絕對正確。適當鼓勵措施能讓客戶參與，針對特殊狀況多數客戶的表現會是，欸，這是緊急情況，有大眾呼籲，他們會想到辦法額外參與。但作為一個產業，不能經常回到那樣的狀態。這就是特殊個案，在冬天，我們蓋了公共大樓，許多公用事業都根據當時的供應和天然氣供應情況向大眾發出呼籲，但沒辦法常常有那個狀態，必須有適當獎勵獎勵措施吸引他們，像農民和電廠。

1:25:45

David

這是相當膚淺尋求另一種模式。Pedro 可以追溯到加州去年夏天，極端炎熱下發出呼籲，加州社區的反應非常好，阻止輪流停電。很棒的資訊。好，開始提問，有沒有問題？好，我會盯著燈光，看有沒有人舉手，因為有亞馬遜的人坐在台上，有人想問 Adam 問題嗎？

1:26:35

Adam

不要問我包裹在哪裡。

1:27:25

Mark

你常常被問嗎？

1:27:30

Adam

我丈母娘。

1:27:35

提問者

如果你想購買車隊，但只要有風暴就停電，怎麼思考韌性？

1:27:54

Adam

是，我們正在想辦法解決這個問題。到目前為止，真正的挑戰是我們已經有 5000 輛車上路，目前內燃機車輛還足以彌補不足。但很快就會遇到轉折點，不再有支援。真正的挑戰是如何建立韌性解決方案，合併經濟效益的方式。

1:28:13

弄清楚如何共享資源，找到需要時一致性的方式，如果地點相同，還可能透過公用事業合作夥伴或潛在其他客戶合作，在類似的領域提高利用率，這才是真實挑戰。還可以透過網絡移動或重新定位。這是我們持續關注的問題，對大型車隊來說，這的確挑戰很大，預計明年會找到解決方案，否則核心訂戶會

被置於風險之中，無法為客戶按時交貨。

Arshad 1:29:56 Mark 和 Matt 接續回答。昨天討論到電網需要大量電池，5-10 GW，今年要達到 10-20 GW，有人說 2030 年要達到 150 GW。你們計畫與亞馬遜合作，不是安裝 6 小時 100MW 的大電池，也許電池容量較小，只有 10MW，去嘗試配置並提供韌性服務，希望永遠用不到，因為燈會始終亮著。但需要用的時候，電池要可以為亞馬遜和其他公司提供韌性服務。

Mark 1:30:37 是，我不知道你是否還記得，但你準備宣布「低碳資源倡議 (LCRI)」時，我們都在亞特蘭大，曾經討論過如何提高韌性同時幫助客戶，還討論到如果有像亞馬遜這樣的客戶，儲能如何配置，他們會支付韌性費用，你有儲能，不管是電池還是氫能，可能必須為系統提供備援，也能在必要時幫助亞馬遜。

亞馬遜參與，你也可以用它來去除麻煩，因為儲能空間在你手上，現在你不必一直進行輸配電，跟客戶合作會更有經濟效益。但為了達成，必須進行對話，必須共同努力，確保每個合作夥伴都受益。

Arshad 1:32:02 對所有人喊話，場上有很多來自公共事業的人，把你剛剛聽到帶回你的組織，所有人都要安裝公用事業的電池。電池串聯，就是客戶的韌性資源。如此一來，你的計畫系統就會有電池，把剛剛聽到的亞馬遜，還有 Mark 和 Matt 的話也帶回你的組織。

遠景的技術絕對是在靠近客戶的電網邊緣定位更好的儲存資源的概念。美國各地都有法規模式，因此南方公司經營的地區，南方公司在紐約擁有電池會得到法規機構的接受，紐約的政策目標更多地第三方參與。公用事業的目標是促進、獎勵和發送價格訊號，其中可能包括公用事業，因為你預先購買某種形式的法規資產的部分價值，就像在能源效率和運輸方面所做的那樣。但我確實認為有一個有效的模型。當你看看不同的法規機構如何看待分散式電源的權以及促進市場發展時，情況會有所不同。

David 1:33:25 謝謝 Arshad。這題是 Mark 和 Matt 專屬，請具體說明你們如何與當地社區行動和信仰團體合作，了解中低收入戶想從電力供應商那裡得到什麼？

Matt 1:33:45 是，這點對紐約市來說是關鍵，因為很多計畫都是透過第三方參與和社區參與的。如何提供正確的獎勵措施，尤其是紐約市的低收入民眾，很多人沒有資產。不管如何，他們都可能參與，如何透過第三方運作很重要。

Mark 1:34:16 是，在法規方面確實是有辦法做到，但在公司方面正在開發，讓前端更多利害關係人參與。從傳統資源轉型到新資源時，概念是不想讓民眾落後，不想創造新的障礙來阻止參與，反而會要求在過程中更早跟民眾討論，不等程序或法規，而是在專案之前走出社區跟民眾討論。

David 1:35:05 謝謝。這題要問 Adam。你是否跟公用事業協調或討論電氣化計畫，我知道答案有很多面向，其中一個是亞馬遜參與擴張的原因，請你談談那個部分。

Adam 1:35:27 是，有分不同類型的客戶，但都要做兩件事。一是與公用事業合作夥伴公開分享 18 個月前開始的計畫。上次為整個 400 個站點制定五年電力計畫，每六個月向公用事業合作夥伴提供更新資料，這模型非常有幫助，有個能用來應變的起始基線。另一件與公用事業合作夥伴打交道是花時間深入研究個案。舉例來說，計畫開始時，每輛送貨車都必須有 50-100KW 的 3 級快速充電樁，如果每個站點平均有 250 輛車，那每個配送站就要具備 15-25MW 的容量，就從這裡開始。



實際案例是可以使用 2 級充電樁，在有 3 級充電樁的情況下，不會按照一輛車對一個充電樁的比例來做，讓電力需求降低到合理數字。像亞馬遜這樣的大客戶必須對合作夥伴開放透明，但即使是規模化，也會帶動整個生態系統，但你也知道，與 OEM 合作以及與會成為規模化的許多團體合作，會形成大小客戶的需求，而且可以查看需求清單，公開計畫以及與公用事業充分合作非常重要。

David 1:38:04 謝謝。把幾個因素結合起來，隨著電氣化發展，在思考未來靈活性和需求時，如何將其納入資源規劃活動中？然後再把這個問題與另一個問題連起來，首先，這是在騙自己嗎？今天早上總結電力需求成長三到四倍，在規劃過程和平衡基本負載需求以及在最終用戶的靈活度方面，你如何將其納入南方的規劃中？

Mark 1:38:56 我會與南方公司討論，從前端審視的規劃流程，並思考不同來源。我在開場評論中提到供應，利用資源組成分配創造可靠性和韌性，轉型進行時必須確保具備正確技術。現場很多人都背負著 2050 年的承諾，了解除非技術轉型，否則不可能兌現。南方公司相信核能會成為答案的一部分，我們的 Volvo3 上市，Volvo4 會在今年第四季或明年第一季貨到付款，但我們已經在想小型核能先進反應器。

研發團隊正在研究泰拉 (Terra) 電力的多極化反應器，還關注大型風能、長期儲能，必須積極追求新技術，無法坐以待斃，必須合作，沒有人能夠獨自完成，必須結合資源才能有所作為。我之前提到 Arshad 來亞特蘭大宣布 LCRI，當時的願景是 50 家公司 1 億美元。現在已經有 58 家公司，1.38 億美元了。他最初的聲明說，我希望這個數字成長到 10 億美元，這個願景很偉大，EPRI 做得很好，為 LCRI 募集超過 3 億美元的資金，必須以團隊出發，不斷創新，不斷追求新技術。

也許無法兌現 2050 年承諾，但必須努力，必須挑戰極限，新技術絕對必要。能源處理基本已經有十年，在這段時間裡，對較低成長的預期會發生變化成這個數字的三到四倍。今天夏季的尖峰約為 13,000 MW。到 2050 年，會變成 2,636,000 MW，分散式電源，低靈活性並不是解決一切問題的靈丹妙藥。

但就算有我的服務區域的 10%，也就是 3.5 GW，三個核能機組外加時間投入使用，必須利用不同的潛在解決方案來應變，在轉型方面是非常具挑戰性的機會。所以不是靈丹妙藥，但我不認為這是自欺欺人，我們對有哪些不同資源是很客觀的，身為能源專業人士，在思考這個問題時確實會希望這樣做。

David 1:42:21 謝謝，會議結束前再問一題，AI 對你的業務與計畫有何影響？你會如何將其納入？

Adam 1:42:38 你不是說會問容易回答的？AI 正在改變亞馬遜的業務模式。尤其是想到交通與電力需求時，我們正在建立模型來計算長期能源使用情況，根據全國各地產品組合的差異進行調整，努力了解人們會在何時何地訂購哪些產品，確保的電網優化，AI 納入其中一部分。然後投射到的交通需求中。

從根本嘗試解決未來 5-10 年會怎麼樣，因為這就是眼前所見，同時為今天和未來做好計畫。AI 絕對是未來做明智決策的一種方式，因為今天討論的，很多都不是短期解決方案，不是即時解決方案，可以及時做的事情，必須有最好的模型以及對未來最佳預測，才能建立信心，創造產業市場所需的可預測性。

David 1:44:19 謝謝，只剩幾分鐘。你們三位不斷強調合作夥伴關係，最後從 Matt 開始，簡要介紹合作夥伴關係對電氣化的重要性。

Matt 1:44:44 是，公用事業高階主管長期以來，傾向關注內部組織的事，遇到清潔能源轉型時，必須讓各個社區參與進來，討論如何解決問題，必須仰賴國家與國際整體努力。

David 1:45:05 謝謝。Mark。

Mark 1:45:06 是，在這種情況下，我會替換「與客戶的合作夥伴關係」這個詞，。只要以客戶為中心，思考他們為土地做的事，就能做正確的選擇。這是關於價值、為客戶交付價值，以及他們的需求有哪些？我們一直在聽 Adam 講述他的需求，如果專心聽，就會做出正確決定。

David 1:45:34 謝謝。Adam，最後總結。

Adam 1:45:36 完全同意其評論。我要補充的是，如何讓夥伴關係標準化。越能進行標準化，越能按期望速度成長擴張。對我來說，如何將問題集思廣益同時標準化，將能幫助整個生態系統的大小客戶。

David 1:46:11 謝謝。暫時休息。

**第八場小組討論：區域性集群，擴大規模、分享知識並讓所有人受益  
區域性集群淨零轉型，共享風險、基礎設施和資源以面對脫碳—同時促進經濟發展、勞動力轉型和環境正義**

**主持人：**

EPRI 能源供應低碳資源副總裁 Neva Espinoza

**小組成員：**

南方公司研發部資深副總裁 Mark Berry

奧馬哈公共電力區總裁/執行長 Javier Fernandez

Connected DMV 戰略長 Matt Erskine

內布拉斯加州公共電力區總裁/執行長 Thomas Kent

Neva 00:00 謝謝。要特別感謝 Katie 和她的團隊，把我安排在夏季研討會第八場小組會議上，大家吃了甜甜圈有點茫。接下來的 40 分鐘應該會很順利。這是夏季研討會的最後一場，整體前面各場次所有概念，弄清楚怎麼做，有哪些方法和策略可以實現這個目標。四年前我有機會上台，做了 Chauncey Chat，主題是氫能。這是幾十年來夏季研討會第一次討論氫以及低碳燃料在未來能源系統的角色。夏季研討會結束馬上召開董事會，會中我們覺得應該推動一些東西，開始努力。2020 年推出的低碳資源倡議，獲得在座許多人大力支持，非常感謝。

如 Mark 在上一個小組會議提到，在這個倡議下，我們創造了最大的合作專案，是新能源經濟的一環，一切討論都尚未存在，包括如何實現目標以及如何著手進行。實現目標的方法之一是利用產業聚落或中心。產業聚落並非新觀念，基本概念是，整個世界經濟都由共同座落於世界某些地區的企業所建立，這些企業以共享物流、自然資源、勞動力和所在地區的經濟發展的方式聚集在一起。下一步就是如何看待局部地區，不只是共同建設經濟，還要實現更偉大的目標，實現淨零排放，支持前面一天半討論的主題。

我重新啟動另外一個沒有討論過的主題，沒有太多討論是因為它不是主流，但這是我們與世界經濟論壇以及埃森哲（Accenture）合作的產業群聚倡議。截至今天，有 20 個不同的群聚簽署倡議，代表 10 個不同的國家，其中有 5 個簽署方在美國境內，同時我們開始看到能源部以及世界各地政府大量資金投入這個計畫。據知，美國將開始利用氫技術，預計投入 80 億美元到儲氫場，重點是發展氫能技術，從零開始。

我們看到公告，直接碳捕獲場址的投資額為 35 億美元。同樣地，必須聚焦於地區，結合不同經濟部門共同實現這個目標，這就是本小組會議真正重視的內容，不同經濟部門之間相互聯繫的重要性、自然資源的重要性、技術開發的重要性、政策和財政必須支持，以邁向淨零。介紹小組成員。

他們會一起出場，可能還會手牽手，我不確定。應休息時間大家的要求，我們邀請了南方公司研發部資深副總裁 Mark Berry、奧馬哈公共電力區總裁兼總執行長 Javier Fernandez 和 Connected DMV 策略長 Matt Erskine，感謝加入。

首先彼此熟悉一下，或許可以激盪出新觀點。思考產業群聚落和中心的整個理念時，你認為最重要的核心主題是什麼？你希望今天深入討論哪些核心主題？Mark，從你開始吧！

Mark 我會先從如降低轉型過程的成本，以及成本如何影響可負擔性開始講起。實

5:02 現目標的方法是透過合作夥伴關係和參與。我想呼叫在座的一個好朋友，喬治亞理工學院的 Tim Lynn，他是顧問委員會的成員，休息之前好像有看到他。總之，他跟參議員 Ossoff 以及喬治亞州公共服務專員 Tim Eckles 合作召開了一次會議，與會者都是對氫能感興趣的團體。我們認識很多這樣的公司，但關係已截然不同。出席者有地方經濟發展單位、州經濟發展單位、喬治亞環境金融局、有當地民選官員、美國國會議員、有工業界先進、有為車手提供汽油的賽道，還有達美航空、三菱等。我在第一次以及後面三次會議看到的是，大家的觀點都不同，一起了解如何實現喬治亞州的氫經濟。我們彼此都認識，並正在形成一種不同的關係，一種基於共同理想、價值觀並試圖創造共同價值的關係。

Neva 好的，謝謝，Mark。換 Javier。

7:02

Javier 容我做一些註解。討論讓我想到昨天的事，我太太是南非人，我在家裡也聽到這句話，想走快一點，就一個人走；但想走得遠，就大家一起走，所以大家齊聚一堂，我們不只跟同業，也會跟異業合作。經濟方面我做個背景知識的簡介，舉個能凸顯國家現狀的真實案例。我是奧馬哈保羅電力區的主管，過去十年，尖峰負載成長率一直保持在每年 0.25% 上下，大概 0.2% 到 0.3%，去年夏季尖峰成長了 5.6%，2022 年，聖誕節前夕是冬季尖峰，成長了 16%，這應該足以說服你供電區域的用電正在成長吧，我們的經濟正以前所未見的規模轉向電氣化。我之前在參議院預測發電能力必須增加一倍，才能滿足所有部門所需電力。資料中心是我們群聚合作提供電力的一個例子。

Leo Bernbaum 昨天提到，AI 是實現全面布建 ER 並從中受益的唯一方式，我非常同意。AI 有助全球經濟碳化，但若沒有出色的資料科學家、優質可靠的資料中心，AI 就無法發揮作用。就在幾分鐘前，通用汽車公司的 Mike Maton 描繪了一個零事故、零排放和零交通阻塞的願景，聽起來真像在做夢。如果沒有資料，一切都無法作用，這就是資料中心的重要性，產業和資料中心之間合作非常重要。舉例來說，內布拉斯加州擁有許多資料中心，去年的失業率是全國第二低的。我們沒有那么多人口，我們很喜歡自己的工作，但其他公司來竊取我們的勞動力我們有點嫉妒，資料中心的工作非常適合我們。資料中心進駐，帶來大量投資與稅收，卻不需要很多人力，如今他們做了很多投資，產生依賴關係，太美妙了，現在我看到觀眾席上有幾個人，這些人，這些智慧型手機，沒有它們我們失業了。美國人每年向電信業者支付平均 1600 美元，以取得手機提供的價值。然而，每年花在充電上的費用卻不到一美元。最重要的是我們要付 1600 美元，於是電力產業與資料中心之間又建立了另一種關係。

我要講的第二點是水。水，跟氫元素有關的就是水，引發重視，水要嘛太多引發洪水導致問題，要嘛太少。2022 年聖誕節前夕，密蘇里河結冰了，David Campbell 就在會議場上。那天晚上，David 和我通電話，朋友，你在密蘇里河有電廠，我在密蘇里河也有電廠，我們必須維持電廠運作，我們沒有足夠的水來讓電廠運作。農民種植糧食和糧食安全也需要水。我們今天的替代方案是，投入大量再生能源。我們向董事會提了一項有關 1.5 GW 再生能源的提案，很棒，你知道需要用到多少水嗎？零。所以我們的想法是把發電設施從美國中心遷走，反正那些土地也是從農業部門奪走的，但另一方面，水將保留在含水層，農民就可以繼續生產糧食，水資源短缺會越來越嚴重，這非常非常重要。

這是聚落互助合作的一種方式，我們會重新配置產業。

Neva 很好。謝謝你，Javier。換 Matt

12:38

Matt 太好了，謝謝你，Neva，早安，非常感謝。我想衷心向每一個人致謝。我們是脫碳產業聚落夥伴關係的簽約方之一，我們非常享受這份工作，並真心對大家合作表示感謝。有關我今天將討論的內容，將以 Mark 和 Javier 提出的許多內容為基礎，跨部門合作夥伴關係會產生影響。我只有幾張投影片，大概 20 秒，可以幫助大家快速了解 Connected DMV，我們是位於華盛頓都會區的非營利組織，是馬里蘭州的一大部分，位在哥倫比亞特區和維吉尼亞州，所謂的 DMV 區是指，DC 特區、馬里蘭州、維吉尼亞州的大部分地區，我們的組織設計是跨部門的。連結產業界、政府、聯邦、州、地方政府、其他社區團體和高等教育機構。我們認為，我們正在面對的重大問題需要進行跨部門合作，這些問題不只與該地區的定位息息相關，而且與中大西洋地區在這些關鍵成長領域的領導地位息息相關。今天我想談談清潔能源，特別是我們在大西洋中部清潔氫儲存中心的領導地位。我們在解決這些大問題時始終重視與經濟參與、機會、社會和安全支持明顯相關的關鍵因素，接著我會討論執行面，讓各位初步了解我們與氫能相關的工作。這並非偶然，這是跨部門的，在這裡可以看到，我們成立了非常有目的性的跨部門指導委員會，有產業代表，也有政府相關包括州、地方、聯邦以及我們的合作夥伴，當然還有高等教育機構和其他一些社區團體、司法管轄區、經濟建設單位等都非常重要。

因此，這是我們經過深思熟慮的設計，正如 Mark 所說，不同的觀點的共同目標。因此，對於氫，大約三年前，如 Mark 所說，我們召集跨部門合作夥伴，討論未來 5-10 年、15 年，或到 2025 年，能讓這裡成為氫能領域的先驅。我們的清潔能源、氣候和能源組合，是將氫作為難題的最佳解決方案之一，不用多說，相信具備跨領域資產及跨部門合作夥伴的我們，會實現這個目標。我們在國家首都氫能中心成立指導委員會，不是實體機構，而是真正做事的團隊。再說一遍，這個聯盟大約三年前成立，我們委託埃森哲進行市場研究，因為我們認為這個構想很值得，但還是想確定一下，代表合作夥伴、代表利害關係人，我們真的能做出市場嗎？我們真的擁有資產嗎？大西洋沿岸氫經濟的實際潛力是什麼？以及我們稱為「綠氫足跡」的藍圖，如果有興趣的話，你可以上 [Hydrogengreenprint.org](https://Hydrogengreenprint.org) 網站深入了解所有資訊，包括生產、配售、儲存、銷售和使用命令端，以及社區和利害關係人各自參與的部分。在這種結構下，我們成立了工作小組，專注在需要重視的特定領域，並受到 Connected DMV 的支持。作為非營利組織，重點是被視為具跨部門領導力又值得信賴的合作夥伴。我還想說，我們主辦了 ADMV 大會，由來自地區、跨部門、產業、政府、高等教育機構大約 70 至 80 位地區領導人組成，我們為他們介紹這些倡議，他們本質上是給我們所有權並購買這些產品，以便我們啟動這些產品。因此，中大西洋氫儲存中心的時機選擇得很好，因為我們三年前就開始這個專案，基礎設施法案通過，我們得到 80 億美元，並自認狀態良好，能把握乾淨氫能儲存中心計劃的機會。細節稍後討論，但對熟悉它的人來說，你知道社區福利計劃是跨越四大支柱的提案流程中極其重要的一部分，社區勞工參與，顯然是美國勞動力，DEI、DEIA 然後是 Justice 40。我們的提案和投資組合的結構實際上讓 84% 的投資金流向弱勢社區 5 英里範圍內，讓超過 750 個弱勢群體受益。簡單介紹，再次感謝。

Neva 很精彩，非常感謝。各位聽到不同地方發生的事情，真正的行動，真正重視社區利益。各位對小組成員已有所了解，但做為第八場小組會議，還有四位小組

19:01

成員：向各位介紹，他們是我們的另一個自我。

因此，當我們問尖銳的問題時，本小組將成為一個難題倡導小組，我們都有自己想堅守的艱難課題，不會有我在問難題，所有人都會問難題，就一起繼續吧，這是他們想要的，這是他們的想法。我們也希望這類問題來自現場，我們想要現實的問題，困難的問題，當我們不是在一個有那么多志同道合的人的會場裡時，我們可能會在這個會場之外被問到的問題，雖然大家看法不同，卻都是往同一個目標邁進，所以請盡量發問，就像 Mark 來這裡咯咯笑，所以我想你可能會是第一個，如果他不笑，我也會笑。計劃就是這樣，請將問題輸入 APP，如果你的問題很好，我們將為你製作專屬的小惡魔頭像 email 給你。Mark，可以開始了嗎？

Mark 20:25 我想請問 Javier，你剛才談到 AI，我們知道資料中心都是吃電怪獸，從我們的討論中可知那些資料中心業者需要高可靠性。在業者不斷要求清潔能源之下，你如何為所在地的資料中心提供服務？

Javier 21:00 對，這是我們最大的問題，兩個資料中心已經公告開始施工，環保目標非常明確，無碳能源，但我們沒有提供 100% 的無碳能源，他們還是要來，因此跟他們合作，弄清楚怎麼樣讓他們得到需要的綠色無碳能源，同時提供他們所需的容量，作為淨零轉型合作夥伴是非常重要的，他們很快進駐，我們也盡力提供服務，一起了解他們帶來哪些資源，以及如何善用這些資源。例如，很多客戶，特別是資料中心，帶著自己的能源進來，問題是，我們有沒有善用這些能源附帶的容量？如何把這些超常規資源整合到我們的投資組合中並拓展出去，這是個非常好的策略。因此，能看到這些客戶進駐，與我們商討解決方案而不只是提問，真是令人耳目一新。

Neva 22:37 請問你如何在產業突發性成長的狀況下，確保本土住宅用戶的最高順位，因為你很難追趕上需求成長。

Mark 22:45 我不知道我好朋友 Eliot Mainsier 有沒有在這裡，這個話我是跟他學的—聚焦在特定領域。專注於我們的核心業務，他是我們的住宅用戶，我們的日常業務基礎。因此，確保組織其他部分的資源充足，我們仍在恢復電力，住宅方面還在開展，同時增加投入人力專注擴展系統。不容易，因為尋找閃亮新目標很誘人，就是即將到來的新負載，但同時請不要放棄原有核心業務。之前提到一件事，這件事已經上了新聞，奧馬哈當地也有很多評論，第一次宣布資料中心即將進駐時，人們誤解以為是要全民買單，所以我們被迫解釋很多次，然後說不是，每個人只付自己的部分，我們的客戶服務規則很具體，成本率制定政策也很有紀律，但還是要回頭向客戶解釋使用者付費，內布拉斯加州都是好事，其餘部分正常營業。但我們需要一段時間才能真正擴建。

Neva 24:23 很好，又收到了一個問題。氫能相關，你們想打造氫能經濟，沒有基礎設施，市場還沒有供給低溫室氣體排放氫氣，終端用戶沒有需求，很貴。這是第一個問題。

Mark 24:50 是，我們已給大家看，我們的投資組合供需是平衡的，世界上最密集的資料中心在我們這裡，為了滿足他們的電力需求，彼此密切合作中。但備用電源，他們迫切希望更換柴油發電機，就是會進入微電網、近端電源等領域。可知與我們的工業合作夥伴一起合作這是一件重要的事情，同時我們認識到，一切措施必須具有商業意義，公司合作夥伴、工業合作夥伴以及企業合作夥伴，都是營利事業，所以必須具有商業意義，這也是我們做綠色足跡的重要原因，實際查看業務案例。所以，有一條路要擴展，中間有一點亂，這個我們之前也知道，但如同 Mark 所



說，公用事業和公司合作夥伴一直在考慮氫。三年多來，在可信的環境中透過正規案例把它們聚集起來的價值是，這種合作有助於減少風險，亞馬遜的先生提到的標準化，也是對話的一部分。

當我們開始看到其他合作夥伴願意從需求端、生產端、配售儲存端進入生態系統時，也會增加了信心。所以我們的中心從北巴爾的摩一直延伸到漢普頓路。

你就算有大量的海運，有大量的運輸，也比這裡有 95 號和 81 號州際公路運量還少。所以長途卡車運輸的機會顯然是中間產業，如亞馬遜所說，最後一里的概念也適用於大客車車隊。我們還有一個非常有趣的交通專案，在氫動力公車方面進展非常迅速。所以各位知道科技正在實現。隨著規模擴大，中間顯然會出現混亂的情況。但這也是聯邦政府在補助措施方面投入大量資金鼓勵私人投資的一個原因。因此，如果你看看總投資，我們的投資組合中只有 2/3 是工業。正如我想像的那樣，這對於其他人來說非常簡單，但聯邦投資對於打通阻礙非常重要。

Javier 28:16 因此，我很欣賞產業群聚降低成本或大幅減少運輸儲存或氫託管的需求，真是太棒了。但我們還是得生產，我記得你跟我們分享過氫氣生產及其他必要資訊，我們必須使用全國現有的清除能力。為了生產氫氣，我們需要為 EPA 法規所提出的所有步驟提供燃料。我們哪來那么多清潔能源進行水電解？其他人嘗試為特定負載建造新再生能源時，如何啟動，如何讓這兩個目標互相競爭，答案是不可能一夜之間成功。人們經常討論綠氫，就是電解和再生能源，EPRI 在 LCRI 方面的工作很出色，顯示並非所有地區都會走綠色路線，美國東南部，EPRI 跟我們都同意可能不會是綠的，會是粉紅色，所以是透過核能的氫能，我們不會都做同樣的事。所以有很多顏色，你是紫色，你是藍色...

Neva 29:59 氫氣根本沒有顏色，但這是題外話。

Mark 30:07 我想會有很多方法。我最擔心的一件事是，Javier，你談到氫能與水有關在中西部，有大量的風能和大量的再生能源。聽說有一種方法可能是，我們要製造氫氣，用管道發送出去，發送到東岸。雖然這在技術上是可行的，但我真的很擔心這對中西部的影響，因為這種方法實際上是將水分子轉移到另一個流域，這是正確的使用方式嗎？所以我們可能可以在東部使用氫氣，這表示要從中西部的農民手中將這些水轉移到其他地方，經濟上是合理的對吧，錢變多了，但對社區會造成什麼影響，你的意見是？

Javier 31:16 我完全同意，這是我們對國家的影響，那裡也是糧食大量生產所在地，很多農作物被用來生產生質燃料和其他產品，是一種共生關係，但我同意你的觀點，因為我們研究群聚時，需要觀察實施政策的二級三級影響是什麼，因為我們可能會造成比成效更大的破壞，這是我們在農業社區聽到的擔憂。

Matt 31:48 Mark 提出了一些非常好的觀點，這將是過渡階段。我們必須處理這些混亂的金屬。我真的聽說能源部將其稱為混亂的金屬，有趣的是能源部似乎正在遠離色輪制度並轉向能源的碳排放強度。因此，我們在這方面遵循了能源部的指導。就你的觀點而言，這將需要多樣化，這將需要清潔電解、需要核能、需要如你所知的甲烷氣體以及碳捕獲。因此，氫氣將會混合到現有的天然氣中。顯然，有些問題是關於如何處理老化的基礎設施。你知道他們正在測試輸送管道可承受的氫氣濃度。所以，這就是我們需要進行的所有討論。正如你所概述的以及我們一直在努力做的那樣，確保我們了解所有這些不同部分比任何人都更了解合作夥伴，如何實現轉型的共同目標，整合在一起。

Neva 這個問題很棒，接下來是 David 發問。

33:07

David 我不知道要生氣還是會驕傲，但這太令人震驚了。我很好奇專家小組對這些  
33:25 儲存槽的看法。一方面看，我們在做的儲存好像很棒，總是得開始做。另一方面，  
我見過許多儲存中心，加州是主要案例，似乎完全亂成一團，他們不知道怎麼建  
構新技術的願景，需要有利基市場、供應商和用戶彼此聯繫才能擴大。我很好奇  
專家們認為這些用錢堆出來的儲存中心最後下場會怎樣。

Neva 各位有想法嗎？

34:04

Mark 我們在南方公司的東南儲氫中心真正重視的是兩件事，第一個是運輸方面的  
34:08 倉儲價值。所以我同意 Matt 的觀點，第一個使用案例可能是長途卡車運輸。我們  
正跟 GEM 超級卡車計畫合作，將使用幾輛高空作業車、三輛卡車、燃料電池卡  
車，使用氫氣儲存裝置、固定燃料電池，同時可能將電力逆送回電網，幾乎就是  
個交通（電網）韌性機制。我們認為長途卡車運輸和 8 類 9 類運輸可能是起點。  
我們還看到亞特蘭大，最大的機場，達美將在 2030 年前使用 10% 的永續航空燃  
料（SAF），他們已跟一家喬治亞州名為 LanzaJet 的公司簽訂了合約，將為達美航  
空生產永續航空燃料，我們預期製造 SAF 可能需要氫和碳，這是下一步。還有東  
海岸最大港—薩凡納港。喬治亞州昨天發布以氫為當地卡車運輸燃料的公開意見  
徵求書，我們認為喬治亞州的運輸是可能的一個起點。另外我們也非常重視阿拉  
巴馬州，在阿拉巴馬州南部有很多化學工業，也有鋼鐵業，我們都有去找他們討  
論他們想做的事，考慮用電網的點源做適當規模的電解氫氣，來推動喬治亞州和  
阿拉巴馬州的經濟發展。

Matt 這個問題很好，但我無法與其他儲存中心交談，有件事我們想做，很奇怪，  
36:30 因為這是一個競爭過程，但我們收到能源部警告，因為他們想打造全國性網絡。  
我們對南北、西部和西北地區的儲存中心聯盟非常開放，因為我們知道，國家網  
絡要成功，這些連接點是必要的。事實上，在我們提交的概念文件中，態度非常  
開放，也有來自周邊儲存中心的合作聲明，再次聲明我們非常認真看待，現在的  
競爭我們理解，但不應該阻擋合作建設，特別是考慮到中大西洋地區的戰略重要  
性以及連接方式。

談談我們在做的事，有些很獨特，也許不是太獨特，因為我們的財團是由我  
們作為非營利組織主導的，而且我們確實有跨部門的方法，經常強調整合。因此，  
在過去的三年裡，透過協調合作，將生產商、承購商、用戶，以及有意無意發生  
的事情聯繫起來。目標是他們希望看到整合中心，而不是孤立或不知名專案，設  
計目標很明確，發輪配售一條龍。還有一個問題不知道會不會討論，但這個問題  
很好，做為計畫的門面，對環境和社會的影響，我們身為非營利組織，為整個地  
區的提供連結。我們的合作夥伴，公用事業和能源公司，能源公司擁有數十年與  
社區合作的經驗，我們能夠利用歷史優勢跟連結性。我們第一封支持信來自地  
方政府委員會，與司法管轄區和社區團體的接觸，從一開始就是如此，這在某種  
程度上提供了對目前工作的牽引力。

Neva 非常好。

39:23

Javier 好，我先談這個問題，再回到混亂和問題上。從我的角度來看，對話正在發  
39:28 生變化，而且變化非常快，而且一切都與急迫性有關。會場上多數人都是在公用

事業成長的，過去的競爭是經濟性的，一切機制都是關乎市場設計和價格訊號，都是經濟性的，再生能源價格降得夠不夠快？利潤如何最大化？雖然這些還是非常重要的，但我是一名經濟學家，因此全面揭露非常重要。今天，目標發生了重大變化，我和我的團隊之間的貿易貨幣都是關急迫性，關於資源狀況，關於擁有足夠的電力繼續支撐一直以來的生活方式。

對於環境社會的影響真的是像 Google 講的嗎？並非如此，現在最重要的不管要叫社會衝擊、環境衝擊還是氣候變遷，都在發生。昨天才看到的外面，華盛頓特區監測著龍捲風。除了所有經濟學和系統最佳化之外，這還提升了對話的水準。我們正在面臨一個過去 50 年來從沒遇過的問題，那就是我們沒有足夠的資源。50 年前或第二次世界大戰剛結束時，我們必須大量建設，幾十年來我們一直在享受這些好處，現在我們發現自己的處境是，資源不再。所以如何讓儲存中心更好、更快、更高效率，話題也從經濟優化轉向急迫性了，為了讓人類活下去，節約能源吧。

Mark 41:39 昨天小組會議進行了一次交流，所以我就說這不是窗口競賽。昨天的討論是有鈷、DLC 以及勞動力的影響。如果你去查 SDG17 永續發展目標，就是在討論這個。我們可能不會用 ESG 作為架構，但以全人類而言，考慮的可能不只是提供能源，我們昨天討論了能源可負擔性，這些討論不應該被放入待辦事項，因為它們正在發生。我們做決定時要思考這些事情，這不是能輕易解決的問題。

Neva 42:40 所以如同 David 所問的，你知道，我們討論了混亂的中間階段，也許是令人困惑的開始，我們該怎麼管理混亂的中間階段？我們很清楚目標在那裡，真的，我們以前沒做過。一旦進入中間階段，該如何開始，知道我在問什麼嗎？

Matt 43:05 聽起來很合理，但有兩件事比能源部更聰明，把提案重要成分放在社區福利計劃上，重點放在如何儘早並經常參與社區福利計劃，成為社區安全的啟動者，公用事業和能源公司有合作夥伴與出色團隊可以做到。這教育意識必須提升到新的層次，圍繞安全與實際運作方式，會產生什麼影響？至少其中一個領域會是勞動力。如果能展示各教育領域、技術人員、產業以及各個社區早期接觸的工作機會，透過中間遺失的一塊所帶來的好處，了解中間混亂的部分是什麼樣子。儘早透過正式管道與社區利害關係人合作，會非常好。

Neva 44:21 抱歉，補充一下。全世界與美國各地將會發生 10 次以上的中間混亂事件，我們必須弄清楚怎麼把經驗教訓運用到另一個人身上，做到相互提升，而不是所有人都沿著同一條道路前進。時間快到了，最後的想法，可以做小組討論的總結，也可以分享最後的想法或關鍵要點。

Javier 45:01 典範轉移很緊急，在我看來，事情已經發生了轉變，再次重視資源適足性與活力，持續使讓國家繁榮的產業，非常重要，我很高興能成為其中的一員，也有點緊張，但急迫性就是我的想法。

Matt 45:28 有 8 到 10 個專案會將獲得補助，協議明確表示許多儲存中心不會獲得補助，凸顯了備案是什麼很重要，因為對我們來說，很多時間、投資和精力都投入相當大的提案，不能白費。如何幫助那些沒有得到補助的人，你如何推廣。

第二，我只跟參與儲存中心的人講，當然是在大西洋服務區域範圍內，不管有沒有得到補助，我們都希望能繼續合作，因為這是不可能的，地區不能保持沉默。我們顯然必須連結合作，非常歡迎各位與我們對話。

Mark 我會說是領導力，提到儲氫中心的參與者與領導者時，我很清楚知道不是石

46:26 油和天然氣，是公用事業。領導力確實重要，所有人都參與其中，正在努力做出這種改變。另外，我要回應 Matt 說的，專案必須是可融資的，最終必須要有風險調整後的回報率，創造電力應對中間混亂階段。對我而言，就是領導力和融資能力。

Neva 好的，謝謝大家今天抽出時間參加。這是一個具有不同見解的優秀小組。這  
47:11 與我們在一天半中聽到的其他一些事情非常不同，感謝大家來到這裡。

## 閉幕討論：引領能源轉型

與談人：

美國能源部副部長 David M. Turk

EPRI 總裁/執行長 Arshad Mansoor

司儀 歡迎總裁兼總執行長 Arshad Mansour 和特別來賓美國能源部副部長 David Turk。  
47:29

Arshad 好戲壓軸登場。今天有一位特別來賓，能源部副部長 David Turk，我不打算  
47:49 多做介紹，但我想說，1935 年有一部電影《風雲人物》，2019 年還有另一部紀錄片《Man on the Mission》。他就是當代風雲人物、肩負使命的人物，獲得全世界清潔能源方面最大一筆資金，David Turk 副部長，非常謝謝你來。

David 我手上有所有的問題，大家問了我很多問題，所以第一個問題，兩黨基礎建  
48:35 設法案兩年來執行得怎麼樣了？資金何時到位？容我脫稿回答，我很樂於回答所有問題，但會議時間有限，來之前就讓能源部交談和磋商，確保能直接聽到各位的意見。首先，衷心感謝 EPRI 所有同僚與第一線工作人員，不只美國，還有世界各地，有很多人在其他國家主導這項事業。

同樣的關鍵主題或基調是，能不能放慢腳步？難道所有變化轉型不能放慢嗎？從兩方面講，一、不能放慢，每段時間就有可怕的警告、驚人的統計數據，最近我腦海揮之不去的是佛羅里達州沿岸氣溫，華氏 101 度，太扯，氣候專家、科學家會告訴你這是異常，更別提火災和其他事件。

事已至此，要嘛挺身而出，努力把事情做好，要嘛後悔，這是坐我這個位子看事情的角度。我另一種反應是根據領導力和獨創性。我有機會與許多公用事業體和政府機構的領袖，甚或其他組織團體會面，得到的結論是，轉型雖然困難，不管公平與否，電力產業的從業人員還承擔額外責任。但基於種種原因，我們無法實現電力產業的轉型、交通運輸轉型，更遑論工業轉型了。這個會場上的人還有額外責任，但我得到的普遍看法是，尤其是與合作十幾年的專家討論過，是可以辦到的。

因為我們夠聰明，當然我們要實現的不只脫碳、韌性、可靠性、可負擔性，全部必須一次到位。但我覺得我們辦得到，可以回答第一個問題。這是美國納稅人在拜登總統領導下進行的歷史性投資，在國會議員的大力領導下，實際取得工具、舉得資金，雖然不是全部資源，但比幾年前多很多。簡單回答你的問題，目前執行情況如何？計畫規模非常大，能源部電網部署辦公室增加 750 多名人員，有了這些優秀的人才，希望最終一切順利。

目前有 97 個專案，能源部從兩黨基礎建設法案和減少通貨膨脹法案提供了 2/3 的起始基金，讓參與者充分利用。不是說這樣就做完了，目前正在決策，會儘快、負責任地發放資金。另一件重大影響的事情是與財政部協調稅收減免的工作，我們有數百名能源部專家，了解不同部門、不同技術，跟財政部和國稅局的夥伴合作提供資訊，確保我們從中獲得最大利益。我們雖然還有很多工作要做，但目前已經做很多了。

Arshad 樂觀其成，事情會進展更快，資金很快會到位。  
53:19

David 53:28 是，很令人驚訝，系統已經做了這麼多工作，能源部長就任不久就有一份報告，快到彷彿像她的頭髮著火了。她認為這是有史以來最大的讚美。部長熱切地敦促所有人負責任地使用這筆資金，這是歷史性的機會，資金規模如此大，必須善加利用。為了快速取得爆炸性成長，請理解我們只是在說明必須善用優勢。

Arshad 54:08 另一個問題是美國農業部為農村提供的清潔能源計畫，是否能補充說明，因為這個計畫的債券 24 小時內就被認購了 10 億美元。

David 54:27 看到人們對我們的計畫感興趣真了不得，不只是美國農業部專案，還有許多專案也是，比如氫儲存中心，我們收到 70 份申請，最終時間為 6:00 至 10:00。不過去瀏覽 97 個計畫，大多數已經超額認購。10 億美元用於農村清潔能源專案，得到超額認購，不只是大撒幣，也與槓桿及夥伴關係有關。

我走訪各地，知道這不是聯邦政府主導的努力，而是聯邦政府在背後催化支持風能，讓大眾完成。如果最後完成，我本人和能源部其他同仁都會表達感謝，我們了解，建立這種真實夥伴關係和真正誠實坦誠的對話。

Arshad 55:43 回到第一個問題，我們可以走多快，應該走多快。能源部國家實驗室有哪些即將部署的研究？舉兩種技術，小型模組化反應爐和碳捕獲為例。根據美國能源部的評估，這兩種技術何時可以商轉？

David 56:11 還可能擴展到其他我們特別感興趣的技術。首先講 CCUS，已經具備了適當的工具，但要做大，還需要別的事情輔助。對我來說，CCUS 要嘛做大，要嘛不採納。有很多意見，有些參與者想用 CCUS 當藉口，逃避該做的事，現在是我們大力發展 CCUS 的時刻。45Q 等級的投資不見得人人想要，但這是兩黨多年來在國會共同努力的成果。

這方面有大筆資金來擴大 CCUS 的規模，如果沒有大幅成長，不能只有 20%、30%或更低，不只美國，其他國家該涉足 CCUS，提供財務可負擔措施。接下來幾年如果不擴大規模，會很失落，會再也不回不到 CCUS 了，不只電力部門可應用，工業部門也是，機會無限。希望能 CCUS 獲益的公司與相關人等要抓緊時機，不要只是討論，要大規模實際行動，當然，搭配財政獎勵合作。

核電方面，我造訪過的國家沒有沒在問 SMR 的，顯然商機無限，不只是美國，國際上也是如此。既然要做就做對來，這方面有非常積極的研究團隊，希望能縮短時間表，這樣才能繼續做，成為未來方程式的關鍵部分。能源部會盡一切努力證明這項技術，當然，NRC 也盡力同步平行展開工作，對嗎？這部分鈾供應，不管是 Haley 還是誰要平行完成，不要等一件做完才做下一件，感覺這就是方程式的一部分。

幾件事向各位分享，地熱是非常有趣的機會，能源部正在進行相關工作，如鍛造與測試設備。最近看到私人部門參與者在地熱方面有進展，真得很值得我們加倍投入，科羅拉多州州長 Polis 身兼西部州長協會主席期將，幾週前已將地熱作為主要推動關鍵工作，感覺地熱很有機會。最後一個是充滿挑戰的，但機會滿滿，那就是離岸風電，不過還有利率、供應鏈等其他問題。首批大型離岸風電專案充滿挑戰，但會渡過眼前危機，將擁有光明的未來，如果輸電線路能成形的話，也會是平衡電網的重要成分。

Arshad 59:49 EPRI 同仁特別喜歡討論地熱問題，因為大家知道鑽井技術是能源的未來，頁岩氣和地熱技術的革命也是來自於鑽井技術，雷射鑽井。只要挖得身就能走更遠，地球就會有很多地熱庫，所以現在我很高興看到 Theo 的態度也同樣樂觀。



- David  
1:00:15 就像華盛頓特區有很多熱空氣一樣，那裡沒有熱岩石。
- Arshad  
1:00:22 華盛頓特區的空氣才不熱呢，回到第一部分，大家都知道我們花了一天半討論急迫性，除了氣候問題之外，我們還看到 30 年來首次工業用電成長，30 年來急迫性。我們一位同事 Javier，領導奧馬哈公共供電區。過去 15 年成長是 0.2, 0.3, 0.4 個百分點，去年卻大幅成長 5%。這個產業的資料中心必須工業化，邊清理發電機組邊建設。我很樂觀，20 年來前所未見，身為研究人員，要將樂觀融入現實。我們的願景是到 2030 年，美國排放量減少 50-52%，這點在格拉斯哥會議宣示過，我們去年有做分析，每年都會做同樣的分析。我們只剩下 7 年半了，分析顯示，必須加快四倍的腳步，才能滿足 2030 年的要求，近期稱為「整體經濟」。能源部所謂的現實是什麼？我知道 EIA 是能源部最好的建模團隊，你們對現實的評估是什麼？我們了解 52% 是目標。
- David  
1:02:23 這非常重要，我是以技術官僚模式從事這份工作的，我知道有些人活在抽象世界，或者只是理論上不喜歡這樣做，但如果它沒有對現實世界產生影響，那就是重點，我們應該趕寫 EPRI 和 EIA 以及其他從是這方面工作的人，這真的非常困難，不管對美國還是全世界都在努力，就是為了轉型。歐本海默的電影正在上映，他在當時做的事情很有挑戰。
- 我們也確實有實績，農村電氣化等等。但增加新負載同時也要脫碳，資料中心也是目標之一，我知道 John Harrison 代表 BPA，資料中心是 Maria 的專長，遍布全國各地，同時努力實現交通運輸脫碳，目前新車銷售有 7% 是電動車。預計電動車銷售量會成長得很快，這將帶來嚴重的負載問題，努力做好準備。電動車在歐洲和中國已經超過 20%，美國部分州也開始超過 20%。《華盛頓郵報》的一篇分析稱，對擁有電動車的人來說，在全國各州充電都比加油更便宜。
- 對不拘小節的車主來說，不需要做太多維修，不太擅長打理生活的人，我把自己歸在這一類，你可以做更多的事情。晚上的用戶將上升，我們正在安裝熱泵、電氣化，包括工業領域，同時保持價格可負擔，保持光亮、保持韌性、保持可靠性等等一切，做不好就會被解僱。我很理解困難度，熱門又有挑戰性，但是不做不行，一開始就說過，只需加緊努力完成工作，努力建立夥伴關係。
- Arshad  
1:05:30 ESCC 和能源部在這個產業的合作，與 ESCC 合作是無與倫比的。我在其他產業、其他組織中都沒看過這種情況，非常重要。我知道 Tom 某處，在那裡，EEI 和各位，我們討論過配電變壓器，現在大規模事情正在發生。
- 來問個惡魔問題，這是 Neva 發起的。問題，如果明年選舉選出新政府怎麼辦？措施會怎麼改變？
- David  
1:06:10 我有幾個答案。其中之一是，也許可以直接跳出你所謂真實夥伴關係。我聽總統說，有時他用經濟學這個詞，有時則又說投資美國，還有其他術語。共同點都是真實夥伴關係，你回去看讀聽他說的話，歸根究底就是為真實合作夥伴模式，政府做政府該做、可以做、必須做的事情，不要做過頭，不要自以為是。
- 確實，能源部很多聰明人。再次感謝在我們部門工作的人，暫時以真實合作夥伴模式。所以這個問題我有兩個答案。一是，昨天我才剛跟部長討論過這個問題，《華盛頓郵報》與馬里蘭大學進行了一項民意調查，結果顯示，美國人對已經通過的《降低通膨法案》的評價是很失望的，我很遺憾。
- 但確實也是，經過努力所附加的資金、專案以及好處，地方跟家庭沒有感受

到，尤其是地方上的感受最薄弱，我有機會參觀新電池製造廠和全國各地的工廠，無法想像技術上或政治上無法改變人們的情緒，感覺和風向，資金流和措施皆是如此。

我們正處於轉捩點的風浪尖口上，很期待明年，也就是未來 18 個月的表現。另外，更廣泛的產業，針對清潔能源轉型的製造業職缺最近做的分析顯示，私人部門投資為 2710 億美元。有機會參觀孟菲斯郊外大型電池製造廠，其中一棟建築有 60 個足球場那大，只是讓各位了解工廠規模，可提供 5500 個職缺，進入社區的工作量這麼大。只感覺政治上要擺脫異常困難，將稅收獎勵措施容易多了，取消獎勵措施就很難。

Arshad 1:09:07 還有 5 分鐘，還要再問一個全國天然氣的問題，問問題之前，David，各位觀眾。這是我們第一次邀請董事會成員、專員、本地專員前來。如果你是公共電力公司要進行投資，董事會，公共服務委員會非常重要。

基礎建設是來不及蓋的，已經看到用電需求成長，事情已經變化，回不去 0.3, 0.4% 了，已經發生了。熱泵去年銷量首次超過天然氣銷量，產業回來了，現在你只能投資，因為做不到即時，那批准投資，為明天做好準備這件事你給公共電力董事、委員建議為何？

David 1:09:36 我要說兩件事。一、我們已經意識到，只管供應鏈調整到即時卻不管韌性機制是一個錯誤，必須注入不同思考。沿著這些想法，現在必須大量投入在配電變壓器上，哪裡有問題，都必須迎難而上，挺身而出，做政府該做的事情，私人部門合作，制定標準化和其他措施，繼續前進，克服挑戰。

我們新蓋的辦公室是供應鏈辦公室，確保用正確工具來實現目標。我們必須具備警示系統，建立真實合作夥伴關係，與實際從事工作的人反覆交流，確保不會只考慮目前的供應鏈，也會考量未來需求。我們在部門花了大把時間精力，與聯邦政府的人合作，他們更遵循方針，能確保我們不會落後曲線，我們連曲線都沒有，我們超越曲線，大量分析結果良好，按照思考進行的分析，但需要改變思考，轉變正在發生。但同樣，你知道董事會成員就是如此，擁有戰略願景和戰略觀點對前進很有幫助。

Arshad 1:11:36 我也問自己這個問題，隨著再工業化發生，如果沒有基礎建設，州長會接到電話，為什麼這個產業不能進入我的州呢？然後州長會打電話給公用事業和公共服務委員會，為什麼不快速建設呢？

David 1:11:54 我想風險比較高，保持謹慎和緩慢行動比快速行動少風險。回顧歷史，不同產業經歷轉型期，帶領轉型必須做足功課，做這些事必須更聰明，感覺現在就跟那時候一樣。

Arshad 1:12:26 夏季研討會的最後半天，每年都辦夏季研討會，從來沒有一次夏季研討會最後清楚意識到，過去 15~20 年間一直討論的事情快速發生中，如果不以新思考思考或採取行動，意思是工業界、能源部，所有人都要動員起來。

你談到配電變壓器、標準化，這是跟能源部合作的關鍵收穫，不要只看配電變壓器，來看變電站，來看其他 15 件事情，比如 69 家公用事業有 69 種標準這件事，別忘了，用手指別人的時候，有四隻指頭是指向自己。我們要發揮帶頭作用，跟能源部建立夥伴關係將更重要，用天然氣來結尾好了，最後一個問題—天然氣，有人會說，為了實現工業化，擺脫未來 3、4、5 年內獲得的風能和太陽能，就必須蓋更多天然氣發電廠。能源部對最近 7、8、10 年的天然氣有何看法？

David 是，所以才必須感恩我們擁有的基礎建設，既有基礎建設扮演重要的角色。  
1:13:53 但也必須認真審視美國的產業該做哪些分析，國際上為了再次避免佛羅里達外海的溫度達到華氏 102、103 度、104 度，甚至創下紀錄記錄，今天才出來的新聞，歐洲有史以來最熱的七月。文章要表達的是，通常最高溫頂多華氏 100 度對嗎？然後各種雜音，實際上卻更高，簡直失控。

所以要看模型數據，最令我大開眼界的一件事是，是我在國際能源總署工作時的事情，當時擔任副執行主任，首次針對 2050 淨零 1.5 度的情境進行分析，情境不容樂觀，數字很不友善，如果你去看這些數字背後代表的意義，包括天然氣，未來基礎建設等等。對我來說，必須協調數學和科學，數字必須合理。

這些現實對話，就像過去一天半進行的討論，更深入分析。答案不可能是讓某個部門做或讓某個國家做就好。所有人都要挺身而出，接受正視這件事，很多嚴格的對話，包括天然氣。

Arshad David，夏季研討會結束前，再回答一題。我剛說華盛頓沒有熱空氣，是暖  
1:15:44 和，有點熱，明年你要去冷空氣的地方，科羅拉多灣，日期定了，你有受邀，要從熱空氣轉到冷空氣。不過今年可以為夏季研討會結尾，建議一下，與你合作方面，我們如何做得更好？

David 我保守一點，在華盛頓可能不常發生，先表達真誠的感謝，感謝你合作、領  
1:16:17 導。要完成轉型這件事，完成要向同胞交代的事，不只美國，乃至於全世界，都要靠真實夥伴關係，現實世界所有人都一樣。能源部期待傾聽你的聲音，向你學習，支持你，確保聯邦納稅人提供資金，我們接受委託，並從中獲去最大利益。感謝回饋指導，期待未來直接對話，總之感謝。

Arshad 夏季研討會就此結束，請加速行動，一生千載難逢的機會就是現在。與能源  
1:17:01 部的合作、與美國農業部的合作以及與其他方面的合作非常重要。請回工作崗位面對選民，如果你喜歡《十億美元法案》，請對外呼籲，不只能源部、眾議院、參議院還有民眾。如果你喜歡《降低通膨法案》、《基礎建設法》的內容，那你也有責任回到自己的崗位，對你的參/眾議員說，「這對經濟很好，對我們有好處，我們需要更多」。我對你及 Granholm 部長的領導充滿信心，我們一定會做到的，謝謝。