

科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告
(出國類別：國際會議)

混合電力系統預防維修最佳化

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：王春和教授

派赴國家：美國拉斯維加斯

出國期間：108年7月30日至8月6日

報告日期：108年9月4日

摘要

本次會議為2019 ISSAT第25屆可靠度及品質設計(Reliability and Quality in Design)國際研討會，於美國拉斯維加斯舉行，此研討會為品質設計與可靠度工程研究領域之國際知名會議。此次會議合計分三天進行，參與學者來自美國、中國大陸、香港、加拿大、韓國以及日本等世界各國學者，依學術範疇共規劃18個不同會議場次進行論文發表與相關研究議題分享與討論，其中包含兩場主題演講(keynote speech)，論文發表場次則主要包括機械可靠度模式與預測(Mechanical Reliability Modeling and Predictions)、網路可靠度模式與最佳化(Network Reliability Modeling and Optimization)、人體可靠度與安全性分析(Human Reliability and Safety Analysis)、可靠度/維修模式與應用(Reliability/ Maintenance Modeling and Application)、可靠度設計與最佳化(Reliability in Design and Optimization)、可靠度與維修最佳化(Reliability and Maintenance Optimization)、可靠度/量測與評估(Reliability/Masurement and Assessment)、軟體可靠度與預測(Software Reliability and Prediction)、維修策略(Maintenance Policies)以及可靠度模式、預測與最佳化(Reliability Modeling and Prediction and Applications)等議題。

本次議程發表論文共約50餘篇，本人此次出席會議為科技部工業工程學門研究計畫補助，會中本人發表論文題目為「Optimization of a PM Model for a Hybrid Power System」，經由論文發表與學者提問進行學術交流，本人同時參與相關子題之會議研討，藉此瞭解可靠度相關研究的最新發展成果與趨勢，會議期間與學術工作者分享並討論研究相關問題，另與實務工作者交換實務心得與經驗，其中對於日本學者基於馬可夫過程(Markov Process)與半馬可夫退化系統(Semi-Markovian Deteriorating System)的理論，建構最佳化預防維修策略，與個人目前研究領域相當接近，從中獲得一些模式建構與求解技術與效能的啟發，可於後續實驗室研究上參考，亦可將之導入未來教學中，進而推廣教學範疇與研究成效。

目次

| | |
|--------------|-----|
| 壹、目的 | 4 |
| 貳、參加會議經過(過程) | 4-7 |
| 參、與會心得 | 8 |
| 肆、發表論文摘要 | 9 |
| 伍、建議 | 10 |
| 陸、攜回資料名稱及內容 | 10 |

一、目的

乾淨能源經濟(clean energy economy)已經成為全球最快速成長的工業之一，故低碳太陽能措施成為全球經濟驅動的趨勢，世界各國無不致力於再生能源的開發，包括：太陽能、風能、地熱能、海洋能、水能和生物能等。再生能源輸出電力的共同性是其來源皆具有不穩定性，且可能變化非常快，對於需求端供給之持續性(sustainability)會有嚴重的影響，所以建構一個混合電力系統(hybrid power system; HPS)，其中包含能源儲存系統(energy storage system; ESS)的備援系統構型，可以較不受電力負荷與產出容量波動的影響，進而穩定輸出電力的流量，是現代電力系統中常見的設計，因此，致力於「具能源儲存系統的備援系統構型」的相關研究，符合現代工業發展的趨勢。

二、參加會議經過(過程)

第25屆可靠度與品質設計 (Reliability and Quality in Design) 年度會議，於8月1-3日於美國拉斯維加斯的 Bally's Las Vegas飯店國際會議廳舉行，研討會內容包括專題演講、論文報告及相關學術交流活動。

8月1日0800至0900開始接受與會人員報到，並於當日晚上舉辦歡迎晚宴，當日報到後安排有二場專題演講，其中一場演講題目為「Predicted Reliability-A Key Deliverable for Medical Devices」，演講內容論述：發展與建構醫療設備需基於設備功能正常運轉，同時不會傷害人員的考量下，建構其可靠度預測模式，進而提升病人對醫療設備的信任度，演講中並提及此相關領域的一些創新的方法(Innovative Approaches)。另外一場演講題目為「Automated Machine Learning(AutoML), What It Is and How It Is Democratizing Learning」，演講內容介紹如何應用最近發展的機器學習AutoML軟體，處理實務上的問題，故機器學習不再是高學歷者才能建構與應用的領域。演講完後隨即展開各分組議題，實施論文分組報告與意見交流。本人獲得邀請之論文口頭報告，大會安排於8月01日第三場次之機械可靠度模式與預測 (Mechanical Reliability Modeling & perdition) 進行報告，我的主要報告內容為，針對包含綠能設計的混合電力系統，評估該電力系統的效能，包括：電力系統的可用度 (System Availability)、平均失效次數、瞬時電力不足 (Instantaneous Power deficiency) 等，經由多狀態可靠度模式 (Multi-state Reliability Models)，同時考量

電力系統供給與需求的隨機特性，建立混合電力系統效能的評估模式，經由重要參數的敏感度分析，驗證所建構方法的有效性，研究成果可做為後續導入研究室，針對多狀態可靠度模式所發展的多目標基因演算法(Multi-Objective Genetic Algorithm)中，建構與最佳化該類系統的預防維修模式，以拓展相關研究成果的實務用性，本人報告期間也提出如何結合通用生成函數與馬可夫模式，可有效地降低多狀態可靠度模式，動態系統效能求解的困難性。期間有學者提出問題與回應如下：

1. 混合電力系統的可靠度失效參數，其失效率在文章中都設定為常數，似乎沒有考量電力裝備老化的因素，可否進一步說明。

回覆學者提問中說明：一般電力系統的裝備全壽期都很長，在短期內例如一年，衡量電力裝備的效能，以指數失效機率分配(失效率為常數)，來量化電力裝備的效能，實務上可行，再者，由於所建構的數學模式，乃整合電力供給與電力需求的隨機過程，求解此類多狀態系統的可靠度模式，複雜度高，常數失效率設定除了符合短期實務上裝備特性，亦可以大幅降低數學模式求解的複雜度。當然，最佳的方式，還是要持續蒐集裝備失效參數，適配最適合的失效機率分配，進而代入所建構的電力衡量模式中，以更貼切反映個別電力裝備的失效特性，而將裝備老化特性納入建模中，會大幅增加求解困難性，是本研究在後續研究中需探究與克服的。

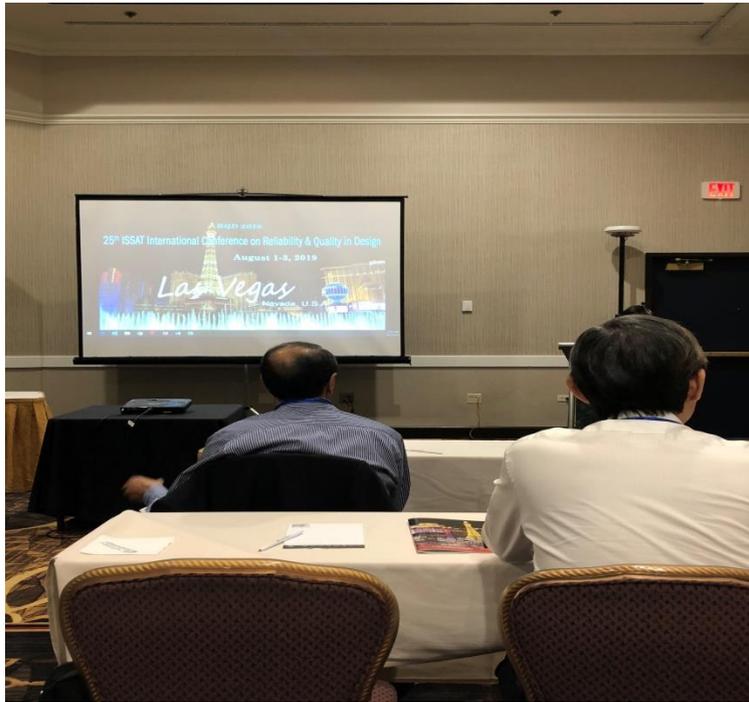
2. 另外，有學者評論綠能相關電力系統的研究，符合全球呼籲節能減碳救地球趨勢的迫切需求，而本研究討論太陽能與燃煤-天然氣的混合電力系統，就可以應用在國家，例如：印度，其天然氣資源匱乏，並不普遍，導入太陽能的混合電力系統，未來甚至於取代燃煤-天然氣，在類似這樣的國家是相當有實務應用性的。

8月1日至8月3日會議議程，共進行包括18個場次的論文報告，個人進行論文口頭報告，參加「機械可靠度模式與預測」的場次外，亦參與「維修策略」相關場次的論文發表，其中針對日本學者，利用馬可夫過程(Markov Process)與半馬可夫過程(Semi-Markov Process)，建立系統的數學維修模式與置換模式的論文，感到興趣，我們實驗室也研究半馬可夫過程於多狀態老化系統的推論，所以相關研究交流可以做為後續研究的重要參考，特別我們正在思考在一個此類複雜大型系統中，如何建立有效的數值積分方式，提升求解精確度的問題。此外，我也參加了可靠度設計最佳化的相關場次，特別是可靠度為基的設計最佳化

(Reliability-based Design Optimization)，有學者應用蒙地卡羅模擬(Monte Carlo Simulation)為工具，推論最佳化的動態過程，國軍於國艦國造中的設計，亦處理船艦系統可靠度設計最佳化的問題，值得借鏡參考，包含系統可靠度設計、建模與最佳化等，另外，有論文探究人員的妥善率問題，其主題與目前進行中的研究計劃，「衡量人員不可信度(Human Unreliably)，對多狀態系統可靠度的影響」，有共通點，這些是此次參加這個國際研討會，另一項啟發與受益。

參與研討會活動照片





三、與會心得

可靠度與設計品質 (Reliability and Quality in Design) 年度會議，是從事品質設計與可靠度分析研究領域中，具代表性的年度會議，每年參加研討會都可以同時獲得國際間最新品質設計與可靠度研究論文或個案探的論文，經由論文發表、演講與經驗交流，使得個人在來年可靠度研究議題與啟發上，都有很廣泛的收益，同時導入可靠度教學與研究領域中。今年參與此國際會議在，特別對半馬可夫過程(Semi-Markov Process)，於數學維修模式的推論論文，特別感到興趣，由於實驗室也研究半馬可夫過程於多狀態老化系統的推論，特別我們正在思考在一個此類複雜大型系統中，如何建立有效的數值積分方式，提升求解半馬可夫數學模式的精確度問題，而學者應用蒙地卡羅模擬(Monte Carlo Simulation)為工具，推論最佳化的動態過程，也可作為國軍於國艦國造計畫中，處理船艦系統可靠度設計最佳化問題的參考，包含系統可靠度設計、建模與最佳化等。此次所提報的論文議題，也獲得與會學者的肯定，並獲邀將後續研究成果，於相關期刊發表，故在未來的研究中，上述的啟發將會是一個重要的參考，也會導入課堂教學中，提升教學與研究的能量。

四、發表論文摘要

題目：Optimization of a PM Model for a Hybrid Power System

作者：Chun-Ho Wang¹ and Chao-Hui Huang²

¹Department of Power Vehicle and Systems Engineering, CCIT, National Defense University, Taoyuan, Taiwan, Email: chwang@ndu.edu.tw

²Department of Applied Science, R.O.C. Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan, Email: k6100020@yahoo.com.tw

關鍵字：Energy storage system; standby systems; preventive maintenance; system availability; Markov models

摘要：Countries worldwide all endeavor to the exploration of renewable energy sources (RES) in an attempt to contain the emission of carbon dioxide thereby curbing global warmings. This study aims to hybrid power system (HPS) consisting of redundant RES with energy storage system (ESS) to propose power efficiency-related measures evaluation procedure. Furthermore, a preventive maintenance (PM) model simultaneously considering benefits of conducting maintenance and resources consumption incurred was established. This study also developed a GA-based algorithm to optimize the established PM model. Finally, a simulated case verifies the efficacy of the proposed approach. The ramification of this study furthers the sustainability and maintainability of clean energy system.

五、建議

參加國際研討會議，提供學者或實務工作者，一個快速並廣泛研究主題的蒐集平台，經由廣泛的相關專業領域的交流，可拓展參與人員的國際視野，並加速與國際研究成果接軌，進而快速獲得最新的研究趨勢與發展，相當有助於學者的研究創新及研究視野，特別是對大學教師而言，可以將參加研討會議的過程中，所吸取新的研究議題方向、實務案例探究、或經驗交流的心得等，帶入講堂中，豐富教學內容並融入持續的研究中，是一個很好的學習過程與經驗分享的歷程，故建議鼓勵研究生也可多參與國際研討會議。

六、攜回資料名稱及內容

研討會收錄的論文集。