

電力品質問題探討—電壓驟降

Investigation of Power Quality Problems—Voltage Sag

台電公司系統規劃處 黃瓊誼、李清雲

摘要

電壓驟降是指供電電壓瞬間低下，並於短時間內回復至原來電壓。雖是短時間之事故，對高科技產業之生產影響頗大。本文首先論述電壓驟降現象，其次說明管理趨勢與防範策略，並提出產業用戶及機台製造商改善電壓驟降的方法，最後探討台電系統之電壓驟降特性。

關鍵詞(Key Words)：電力品質(Power Quality)、電壓驟降(Voltage Sag)、不斷電電源裝置(UPS)、可變速馬達(Adjust Speed Driver)、半導體設備及材料國際協會(SEMI)

壹、前言

台灣工業發展的演變由早期以農、林加工工業為主，至五十年代則著重於食品、紡織、電子裝配工業；七十年代以後則以電子資訊工業、化學工業及金屬機械工業為主軸。台灣的工業已由早期較少資本、較低技術水準的勞力密集工業，逐漸提昇到技術密集工業與資本密集工業。尤其在政府積極地推動產業升級趨勢下，國內產業結構更逐漸轉型發展高科技產業，而於民國六十九年成立了我國的第一個科學工業園區—新竹科學工業園區，身負我國高科技產業之核心地位。新竹科學工業園區提供高科技產業集中發展的空間，集結積體電路、電腦及週邊、通訊、光電、

精密機械和生物技術等高科技產業，帶來園區用電量之持續穩定成長。

電力品質本質的改變主要受負載和電力系統特性的影響。過去用電設備對系統電力品質的要求不高，也就是負載設備的敏感度較低，所以用電設備對電力品質的需求採用通用標準都沒有爭議。然而高科技產業用電具有高用電成長率、高供電品質、高效率生產用電和高產值用電等特質^[1,2]，其生產流程採用甚多對電力供應品質敏感性大之電腦等自動控制設備，且多數採用連續生產方式，故用電特性對電力供應可靠度有較高之要求，最典型的事件衝擊包括造成石版印刷攝影時晶圓表面錯誤覆抹、電腦程式處理晶圓製程錯誤、生產機台和測試機台及其控制資訊與自動化設備的急停、或無塵室內外廠務供應設備的當機等^[3,4]。Gordon Moore 於 1965 年半導體初創時期曾預言積體電路密度將呈現驚人成長速率，將可達 10 億之密度，電力品質問題影響敏感的電子元件已是全球所面臨的共通問題，未來將更甚^[5]。

電力事業經營者對於「經濟力是我們在國際舞台競爭的利器，而穩定充裕的電力供應，更是經濟發展的基石」具有深切體認，且在面對需求面用戶自主性提高的環境下，亦有臨淵履冰之心境。本文介紹高科技產業界較關心的電壓驟降現象，包括問題概述、防範策略和有效改善設備，以及新竹科學園區電壓驟降之評估和模擬

分析。

貳、電壓驟降問題概述

電力系統的供電問題可由供電可靠度與供電品質兩方面來界定，供電可靠度通常是指供電電源是否持續，著重於停電次數多寡與停電時間長短；而供電品質則除考慮供電之持續性外，較強調對供電電壓、波形及頻率等之穩定性。故一般電力品質問題在探討電壓或電流暫態突波/振盪、電壓驟降/陡升、長時間低電壓/過電壓、諧波失真和電壓閃爍等是否合乎標準。不同類別之產業結構關注的電力品質問題亦不盡相同，高科技產業較關心電壓驟降問題。

一、電壓驟降的定義

廣義的電壓驟降是指正常的供電電壓由於電力系統發生事故導致短時間電壓低下，此情況即於1分鐘內電壓均方根值驟降幅度為正常電壓10%至90%之間。若當時殘存電壓為正常之10%以下則為瞬間停電。狹義的電壓驟降則可由所發展制定的相容標準應用於電源側供電系統、用戶側廠房內部配電系統及機台生產設備以界定對電壓驟降之敏感度與容忍程度。至於用戶端大型電動機起動時造成的電壓驟降很少低於90%，一般生產設備可容忍，故電壓驟降的發生多來自於電力系統中存在事故。

二、電壓驟降的發生

電力系統遭受無法預期的雷擊、鹽害等天然災害或外物碰觸，均有可能造成輸配電設備或線路故障。故障所引起的瞬間停電和因故障電流流經鄰近線路所造成的電壓驟降，此現象是電力系統所無法避免

的自然現象。

世界各國的電力公司在面對上述的突發事故時，都會儘量利用保護裝置自動檢出電壓和電流的異常現象，然後靠斷路器將故障區間隔離，再從其他線路送電，儘可能減低對用戶影響。事故期間電壓驟降之影響範圍是由故障地點的距離決定；壓降幅度則與故障類型有關；而故障清除速度則由保護系統之邏輯設計和系統結構衡量，一般輸電系統故障清除時間為0.07秒~0.3秒，配電系統為0.08秒~2秒。一旦系統保護裝置動作以清除故障，除有控制動作之特定線路或鄰近地區，電力系統其餘大部份地區的電壓將回復正常。以先進的電業技術水準而言，上述保護控制對策雖然已可在很短的時間內執行，但對約1分鐘內的短暫停電和約2秒內的電壓驟降，仍是無法完全避免的。

三、電壓驟降的特性

電壓驟降發生時所關心的驟降幅度和持續時間可由事故源地點判斷其趨勢。圖1表示事故發生地點與驟降次數和影響用戶數間之關連。電力公司輸配電系統電源側之事故發生次數較少，但影響層面較大。事故肇因多為輸電線被碰觸或挖損、氣候和動物影響等不可抗拒因素造成，超過電力公司掌控能力。

供電系統責任分界點內用戶側之事故發生次數較頻繁，每次影響範圍較小，但累計影響戶數仍屬可觀。產業用戶於配電廠務系統中檢視機台和電力調節設備之接線系統及接地系統可減少事故發生。機台製造商對其所設計的設備為何對電壓驟降有如此高之敏感度，及同廠內有些設備會比其他設備敏感等現象深感不解，經長期的試驗與記錄，各式機台之特性已漸被分

析瞭解，但其已朝向修正設計以解決機台和設備過度敏感的不相容問題。

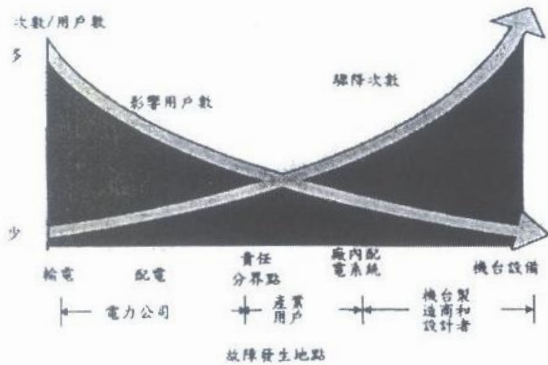


圖 1 電壓驟降特性

四、電壓驟降對用戶的影響

事實上，瞬間停電和電壓驟降對大多數民生用電戶的影響很小，但對若干產業例如半導體製造業因其設備特性對電力品質要求高，對電壓驟降較為敏感，可能造成產業不同程度的影響。圖 2 為一般用電設備對電壓驟降的敏感程度^[6]。

各種用電設備對電壓驟降幅度有不同的承受度，例如電磁開關在 50%以內的電壓驟降仍可運轉，但可變速馬達和高壓放電燈只可容忍 15%以內的電壓驟降，更大幅度的電壓驟降則造成設備的急停。此外電壓驟降持續時間的長短，對用電設備也會產生不同影響，如電磁開關在持續 0.01 秒以上即會跳脫，而低電壓電驛在電壓驟降持續 1 秒以上會受到影響。

由於用電設備對壓降的容忍度不同，而全球電業在經營上無法完全避免壓降的發生，故對電壓品質要求較嚴之產業或設備，近年來各先進國家均建議業者進行必要之改善措施，以提高對電壓驟降的容忍度，以免造成生產線停擺、不良產品或業務資料流失、復機時間增長等問題。

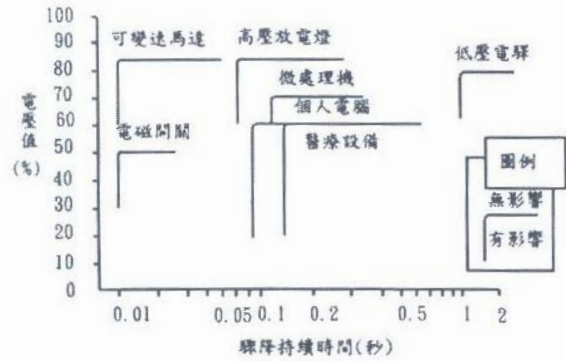


圖 2 用電設備對電壓驟降的敏感程度

參、電力品質國際標準

在國際性發展團體訂定之電力品質標準，在北美地區有 IEEE、ANSI、CAS、NEC、NEMA、SEMI 和 NFPA；在歐洲地區有 IEC、EU、CENELEC、CIGRE(SC 36)、CIRED(CC02)、UNIPED、UIE 等。高科技業界需要一套針對電力品質服務而制定的新標準，此標準需正確說明電力公司對供電品質的規定，同時要能更完整地涵蓋廠房的電力設計要求、生產器具及輔助設備的具體規範。有關高科技工業電力品質標準可劃分為三方面，即電力公司供電標準、廠房內部配電系統標準及生產設備相容性與敏感度標準。

業界器具標準中由電腦設備製造商協會(Computer Business Equipment Manufacturers Association)制訂的“CBEMA”電壓可接受曲線，為電腦設備提供低電壓與高電壓的相容限度。CBEMA 曲線是目前很重要的一項電力品質防範限制，雖不能完全預防電力品質不正常情形的發生，卻是一項能提供有用能源與電力介面的標準。但對半導體產業高電力品質之需求，CBEMA 曲線已不具代表性，即該曲線已無法反應高科技產業之敏感度。半導體設

備及材料國際協會 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)所發展的數種設備介面與相容標準以界定半導體生產器具在電力不正常下的過渡能力最具實用性，是半導體工業國際語言。

SEMI 標準包括：

SEMI F42-0600 : Test method for semiconductor processing equipment voltage sag immunity

SEMI F47-0200 : Specification for semiconductor processing equipment voltage sag immunity

SEMI F49-0200 : Guide for semiconductor factory systems voltage sag immunity

SEMI F50-0200 : Guide for electric utility voltage sag performance for semiconductor factories

肆、電壓驟降防範策略

建立電壓驟降監測系統、整合分析監測資料之變化與成因和訂定管理改善對策是電壓驟降防範策略的三部曲^[7]。藉由整廠性電力品質監測系統作全面研究調查，將可獲得電力品質資料以識別事故成因、能量使用資料以瞭解設備用電特性、機台運轉資料以衡量製程控制的穩定性。

在評估電力品質監測設備之規範時，須對電力量測參數設定之需求，電力品質監測、記錄、分析和反應控制之功能，邏輯運算及控制之功能，資料輸入/輸出之功能和通信功能等多方面進行比較，以尋找適合系統所須之監測設備。而電力品質分析軟體主要是用以處理大量資料以識別

電力不正常現象之成因、過程與影響，目前發展已走向智慧型電力品質分析之模式。管理改善對策可由三方面著手，即產業用戶新購設備參考國際標準、產業用戶既有設備改善電壓容忍度、電力公司戮力改善。簡言之，電壓驟降的改善應由產業用戶、機台供應商、電力公司三方合作，徹底改善電壓驟降影響。

一、新購設備參考國際標準

新設半導體製造業用戶採購符合半導體設備及材料國際協會最新 SEMI F47 標準所規定供電系統容忍度曲線之製程機台，不但取得工欲善其事，必先利其器先機，更可減少未來花在電壓驟降上的改善投資。用戶採購設備時要求機台供應商提高設備的容忍能力，是提昇電壓驟降容忍度的有效方法。

SEMI 為一個國際貿易組織，代表半導體機台製造業，該組織於 2000 年 2 月正式出版 SEMI F47-0200 標準，該文件定義半導體製程、度量、自動測試設備等對電壓驟降的容忍度如圖 3 之實粗線。台電公司有關電壓驟降的統計與分析，則以此標準為架構下進行，並綜合 CBEMA 曲線將電壓驟降忍受度曲線時間加以延伸，從 0.001 秒至 10 秒涵蓋 SEMI F47-0200 標準曲線，如圖 3 虛線所示。統計驟降期間之驟降事件，可歸類為 A 代表電壓驟降持續時間短於 0.05 秒、B 代表電壓驟降事件在 SEMI F47 曲線之上、C 代表電壓驟降事件在 SEMI F47 曲線之下、D 代表電壓驟降持續時間大於 1 秒。半導體製造廠可根據 SEMI F47-0200 標準，要求其機台供應商所提供之製程設備符合該項標準；同樣的，機台製造商亦可根據此標準，要求其所使用之零件或模組

能符合該標準，以增強機器設備對電壓驟降的耐受能力。

二、既有設備改善電壓容忍度

從長期經濟成本與效益的觀點，既有產業用戶如可提昇廠內製程設備對電壓驟降的免疫程度或更換敏感配件、或於廠內配電系統裝設電力調節設備、或於特定重要負載裝設自動電壓補償設備等措施，會是最經濟及有效的多元選擇方案^[8]。初期雖然增加用戶投資，但長期以避免停電損失的綜合效益來看，仍為防止電壓驟降影響最經濟與必要的對策。

三、電力公司戮力改善

從供電端減少電壓驟降發生的機率，可由加強供電設備的維護和架空線地下化等方面著手。電力公司向來致力於改善供電結構及加強設備維護來提昇供電可靠度，以降低電壓驟降的發生次數。若少數要求較高的用戶以電力公司電壓驟降實測資料為基準設計出自己所需的供電系統，則對電壓驟降問題的解決更加直接、經濟、有效，並符合公平原則。

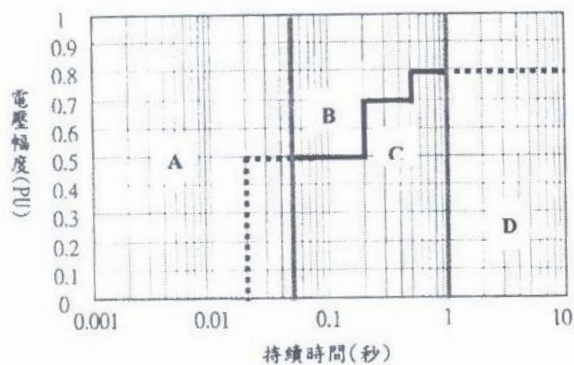


圖 3 SEMI Std. F47 標準曲線

伍、機台製造商改善對策

在 1997 年初半導體機台的製造工程師對其所設計的設備為何對電壓驟降有如此高之敏感度，及同廠內有些設備會比其他設備敏感等現象深感不解。經過試驗與記錄，各式機台之特性已漸被分析瞭解。機台電壓驟降標準規格之制訂及機台特性測試方法之建立，為改善電力品質之基本工程。美國電力電子應用中心 PEAC (Power Electronic Application center) 發展的測試方法為適用於所有機台 3 週波至 140 週波，95%~35% 振幅之電壓驟降試驗，且除記錄設備在測試過程中通過或不合格外，亦需幫助建立或修正測試準則。在 SEMI Draft Doc. 2881 內有關半導體製程設備電壓驟降直通能力測試方法之文件包括了測試設備規格、安全措施、測試樣品、測試裝配、測試程序、測試結果說明和測試結果報告等。

PEAC 發展製程直通評估系統對設備重要部分監測和試驗，已對電刻蝕器、濕機台、離子佈植機、光石版印刷機台、電爐、PVD 機台、記憶體測試機台和真空泵等機台和輔助設備作了多次之試驗。由試驗結果得知 EMO (Emergency off Circuit) 電路是半導體機台中最弱的環結，一般在相位監測電驛應用 EMO 電路上，電壓驟降持續 1/4 至 3 週波即造成機台急停。機台的電源在重負載或高貯能狀況下亦屬弱環結，需加以改善，一般 EMO 電路高敏感度的改善方法是於 EMO 電路降壓變壓器一次側裝設 UPS、定比壓器和貯能變流器。但裝置這些改善設備對 EMO 電路內部之急關按鈕(Emergency-off Button)動作所引起的機台急停則效果不彰，仍須進一步研究改良。主電磁開關有關之次級系統如溫度控制器、真空泵、機台控制器等，若裝置 EMO 電路將增加晶

圓毀損之機率，故不宜採用。

多數機台採用微處理器控制即開關模式電源 SMPS(Switch-mode power supplies)，此種電源相較於傳統之線性電源效率高且重量輕。唯在電壓驟降和瞬間停電直通時間方面，是由電感器和電容器形成之貯能容量決定。由實驗顯示貯能由 $470\ \mu\text{f}$ 增加至 $4500\ \mu\text{f}$ ，SMPS 在電力中斷下之直通時間由 10.5 週波(175ms)延長至 108 週波(1.8 秒)。故由實驗結果可得知，增加貯能容量即可降低電壓驟降或瞬間停電對機台之衝擊影響。另外，浸溼機是藉由調變結晶體傳輸能量至浸入水中晶圓之音波清潔系統，原設計時咸認為與電壓驟降無關，故未有 UPS 設計。但依據使用經驗及多次試驗證實清潔過程會有能量衰減發生，影響品質，故建議浸溼機需加裝 UPS 設備。經調查電刻蝕器對電力品質容忍度為 80%，1 秒內仍可運轉，若將 EMO 電路改接至 UPS 輸出端或於真空泵和主交流箱中裝置 4KVA 貯能變流器，將可改善至 50%，1 秒內仍可運轉之容忍度，大幅改善對電壓驟降之高敏感度。機台特性分析結果將作為探討改善強化方法、決定最經濟方式及激勵機台製造商從事防範措施之工作。未來，新型的機台內將整合改善電力品質之元件為標準配備之產品問世。

工作母機製造廠家對電力品質問題引起設備跳脫已有初步看法，例如對電力品質有較高容忍度之機台具有較高價值，值得研發新產品；依電力系統特性改善半導體機台性能，提升其容忍度與系統相容性，應可有效解決電力品質問題；及依電力品質之優劣，區分機台之性能，是一項商品功能分類之最佳指南。一般機台製造業者之作法包括：

1. 建立廠內電力品質資料蒐集系統，分析電力品質之變化與成因。
2. 強化廠內網路之規劃，加強生產設備維護與測試，鑑別生產程序、機台、電力供應三者可能之弱環結。
3. 掌握機台與電力品質之特性，依據電力系統特性改善機台之性能，以提升與供電系統之相容性及產品價值。
4. 依對電力品質容忍度之優劣，區別其產品特性，以滿足不同客戶(半導體製造業)需求。
5. 與半導體製造業及電力公司訂出電力品質標準或需求。

陸、產業用戶改善電壓驟降的方法

電壓驟降引起用戶當機問題於用戶端改善，電力中斷引起用戶停電問題於電力公司供電端改善是最經濟有效。今日在經濟成本前提下，於敏感負載裝設小型改善設備已蔚為趨勢^[9,10]。由產業用戶改善電壓驟降的有效方法，最常用的具體措施包括廠內設備既有配件設定的重新標置調整、特定生產設備改善配件的經濟投資和引進已商品化的電壓驟降改善設備等。例如修改電磁開關回路以加裝不斷電電源裝置或增設直流電源、增設進相電容器、配合緊急發電機設置蓄電池儲能、延長低壓電驛動作時間、閉鎖馬達控制功能、延長電磁開關跳脫時間、瞬時再點燈燈具或白熱燈併用等。

電力品質改善設備之應用電壓等級與容量大小通常依各別案件之實際特性而設計承製，對於改善電力品質方法須注意事項有：

1. 須釐訂電力品質事件所在地之特性如事件種類(電壓驟降、電壓陡升、電力中斷或脈衝電力)、事件期間、事

件頻次和影響(成本損失),擬改善電壓之百分比和改善設備之容量與地點。

- 2.改善是以提升電壓為目的,而不是以補償電力中斷為目的,因此只解決局部問題,而非完全解決問題。
- 3.部分商品化設備尚未被廣泛使用,設備可靠度仍未明,初期投資成本較高。
- 4.須考慮運轉損失、維護、負載成長設備升級困難等問題。

電壓驟降改善設備的應用電壓與容量通常依個案之實際現場電壓特性而設計,現行有多種設備和科技可被應用在低電壓(600V以下)和中電壓(38KV以下)的等級上。產業用戶因電壓驟降造成生產損失,可藉增購改善電壓驟降設備以確保生產線運轉順利,是目前國內外廠家努力的方向。茲依改善設備之電壓等級與應用案例,介紹數種較常採用之改善設備如下:

一、120V 級電力品質改善設備

DPI (Dip-Proofing Inverter)設備可防止因電壓驟降所造成的電磁開關跳脫,一般用於機台之控制電源。

不斷電電源裝置(UPS)是一般最常用的解決方案,可用來減少電力品質事故的故障過程中遭受嚴重損害及成本損失的風險。UPS 可在傳輸不佳品質電力至工廠及連接用電設備二者間形成一道障礙,使受電電力更為穩定,且 UPS 會提供其內部儲存能源以使設備繼續運作一段預設的時間。

飛輪式(flywheel)能源儲存系統的基本費用低且運轉時間長,因而使飛輪設備成為電力中斷時支援重要負載的主要方法

之一^[11]。

二、480V 級電力品質改善設備

AC Battery PQ 2000 設備具有迅速反應、大容量、快充電的功能。在標準電壓及頻率下,此設備可傳輸穩定的 2MVA 電力長達 10 秒的時間,且在 1/4 周波內由備用狀態切換至操作狀態。PQ-2000 系統可消除如電壓驟降、陡升及短暫斷電所造成的衝擊,包括可能會中斷敏感負載製程、資料處理中心或其他重要設備操作。

超導能源管理系統(Superconductor Magnetic Energy Storage)是利用能源儲存及電力電子技術的方式,可控制電力潮流及增強輸電線路的穩定性,讓電力公司有控制有效及無效電力的雙向傳輸。SEMS 可改善輸電系統中的任何一環,如在遠距離發生電力中斷所引起的電壓暫態現象時,能夠穩定線路的運作。

HOLEC Ride Through Rotary Filter 的 CPS/Gen 組合系統是提供重要負載緊急電源,同時維持主要電力輸出不斷電的一種方法。在正常操作期間,CPS/Gen 組合系統操作和標準的機動柴油系統相同,以抗流圈/振盪器的組合電力調節來保護重要負載。當電力公司供電故障時,此系統就會成為一套標準的機動柴油系統自行運轉,以感應耦合能源為重要負載提供電力。

三、12KV 級(中壓配電系統)電力品質改善設備

靜態轉換開關(Static Transfer Switch, STS)是以固態開流體或 GTO(Gate Turn Off)為主要開關元件,裝置於二個獨立電源間。STS 為高速、開放式轉換開關,能使敏感的電力負載在 1/4 周波內快速由一

個電源轉換至另一個電源。此技術是利用數位感應及控制機械裝置以監測電源，並選擇最佳的可用電源，而且因為轉換時間極短，甚至連最敏感的負載都很難查覺到電源的轉換。

暫態電壓回復器(Transient Voltage Restorers, TVR) 是一種專為串聯配電線路特別設計的電力品質改善設備。可滿足要求高標準電力品質需求的高科技產業用戶需求，具有隔離系統所發生的電壓驟降、陡升或暫態現象等事故。TVR 的交流輸入端連接至適當容量的能源儲存設備，其交流輸出端即可產生或吸收獨立可控制的有效及無效功率。工作原理主要是採用變頻驅動器技術、整流器和變流器，其交流輸出波形為可控制，再經由變壓器併入系統以合成電壓。

靜態分接頭轉換器(Static Tap Changer, STC)是結合變壓器技術與次周期轉換開關(Subcycle Transfer Switch)技術，以固態開流體或 GTO 開關改變變壓器分接頭。靜態電壓調節器可配備有串聯繞阻、次周期、換向型等開關，以能反應系統的電壓驟降。靜態分接頭裝置可在選擇適當的電壓分接頭後即時回應電壓變化，而無需經過一連串的低電壓分接頭，或是做次周期性的回應。

柒、新竹科學園區電壓特性分析

表 1 台電 345 KV 系統接地事故竹科用戶電壓驟降幅度

(單位：%)

事故點 事故種類	板橋	頂湖	龍潭南	峨眉	中寮北	中港	南投	嘉民	龍崎北
單相接地事故	5.3	5.3	8.9	10.0	4.5	2.6	2.0	2.3	1.1
相間接地事故	14.5	15.9	30.3	38.1	14.7	14.9	6.8	10.1	4.4
三相接地事故	29.1	31.5	60.1	75.8	29.5	29.5	13.8	20.3	8.9

台電公司輸電網路包括 345KV、161KV 和 69KV 線路，變電設備則包括超高壓變電所(345KV/161KV)、一次變電所(161KV/69KV)和配電變電所(161KV/22.8KV)，配電系統則包括 69KV 以下線路和配電變電所。

一、台電模擬系統說明

新竹科學園區位於台電峨眉超高壓變電所北方，所需電力主要由峨眉超高壓變電所(345KV 系統)和通霄電廠(161KV 系統)提供^[12]，圖 4 為台電系統 91 年超高壓幹線系統圖。電壓驟降模擬分析是以美國電力技術社 PTI (Power Technology Inc.) 發展之電力系統模擬程式 PSS/E 進行，採用民國 91 年之台電系統，圖 5 為竹科園區 161KV 和 69KV 用戶和鄰近 161KV 供電系統。

二、台電 345KV 系統事故對竹科用戶電壓驟降影響

分析台電超高壓變電所 345KV 側發生單相接地事故、相間接地事故和三相接地事故，竹科園區用戶電壓之變化情形。台電系統變電所事故點考量包括 345KV 系統之頂湖、板橋、龍潭(南)、峨眉、中寮(北)、中港、南投和嘉民，模擬結果如表 1 所示。

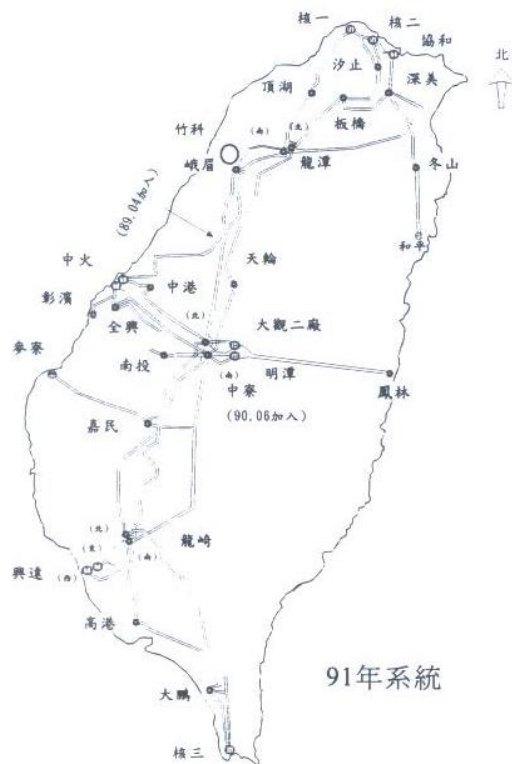


圖 4 台電 91 年超高壓幹線系統圖

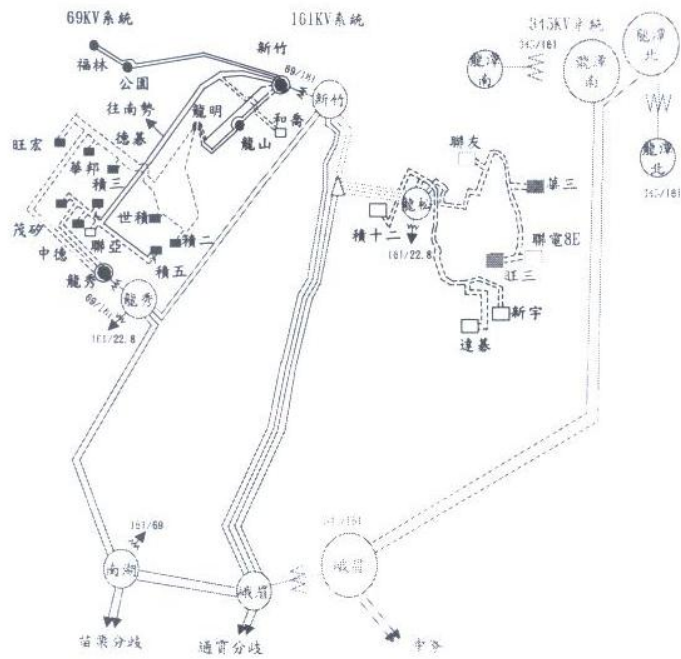


圖 5 新竹科學園區用戶供電系統圖

台電超高壓變電所 345KV 系統若發生接地事故，對竹科園區電壓驟降影響最大的為峨眉超高壓變電所。在單相接地事故時，竹科園區電壓驟降約 10%；相間接地事故時，驟降約 38%；三相接地事故時，驟降約 76%。竹科園區北方電力距離相距約 75 公里遠之頂湖超高壓變電所，若發生單相接地事故時，竹科園區電壓驟降約 5%；相間接地事故時，驟降約 16%；三相接地事故時，驟降約 32%。竹科園區南方電力距離相距約 111 公里遠之中寮開閉所，若發生單相接地事故時，竹科園區電壓驟降約 5%；相間接地事故

時，驟降約 15%；三相接地事故時，驟降約 30%。

三、台電 161KV 系統事故對竹科用戶電壓驟降影響

分析台電系統之梅湖、龍潭(南)、峨眉、新竹、潭後、南湖、通霄、苗栗、中港和南投等變電所之 161KV 側發生單相接地事故、相間接地事故和三相接地事故，竹科園區用戶電壓之變化情形，模擬結果如表 2 所示。

表 2 台電 161 KV 系統接地事故竹科用戶電壓驟降幅度

(單位：%)

事故點 事故種類	梅湖	龍潭南	峨眉	新竹	潭後	南湖	通霄	苗栗	中港
單相接地事故	1.8	2.5	12.8	12.6	12.3	10.6	1.3	1.3	3.2
相間接地事故	9.2	12.3	49.1	49.3	41.4	43.6	17.1	23.7	8.1
三相接地事故	16.4	24.4	98.2	98.6	90.6	87.2	34.2	47.4	16.2

台電 161KV 系統若發生接地事故，對竹科園區電壓驟降影響最大的分別為新竹一次變電所、峨眉超高壓變電所、潭後配電變電所和南湖一次變電所之 161KV 側。最大驟降幅度在單相接地事故時約 12%，相間接地事故時約 49%，三相接地事故時約 98%。

四、竹科園區電壓驟降監錄統計

為掌握台電輸電系統事故對竹科用戶產生之電壓驟降影響，於鄰近變電所如新竹 P/S、龍松 D/S 和龍秀 P/S 等處裝設電力品質監測系統^[13]。以民國 90 年共 16 處之監測點監錄之電壓驟降幅度大於 20%之統計情況如下：

電壓驟降幅度分佈情況為驟降 21~40%有 13 次(占 43%)，驟降 41~60%有 2 次(占 7%)，驟降 61~80%有 6 次(占 20%)，驟降 81~90%有 9 次(占 30%)。電壓驟降持續時間分佈情況為持續時間 1~11 週波有 23 次(占 77%)，持續時間 12~30 週波有 2 次(占 7%)，持續時間大於 30 週波有 5 次(占 16%)。電壓驟降發生原因類別分佈情況為線路事故有 9 次(占 30%)，天然災害有 9 次(占 30%)，外物碰觸有 5 次(占 17%)，原因不明有 7 次(占 23%)，其中天然災害種類颱風有 3 次(占 10%)，雷害有 6 次(占 20%)。

台電公司對電壓驟降之改善對策除加強供電設備維護外還包括園區內輸電線路

改建為地下電纜環路，以避免線下外物碰觸、天然災害等事故，減少系統電壓驟降次數；輸電線路配置快速保護電驛，以快速清除故障，縮短電壓驟降持續時間；調整系統電網結構以改變等效線路阻抗，降低電壓驟降幅度。

捌、結論

在經濟發展過程中，電力能源扮演非常重要角色，直接牽繫國家建設之動脈。台電公司在經營電力產業的階段使命中由初期提高供電普及率，到提供低廉的電力，並隨著經濟的成長推行需求面之行銷策略，以致到近年來因經濟發展更臻成熟，用戶要求更高品質電力供應之高電力品質之服務。

供電可靠度是指電力系統能夠持續供電給用戶的能力，因電力中斷引起的用戶停電事件容易鑑別較無爭議，此類問題應由電力公司於供電端設法改善。供電系統遭受天然災害(雷擊、鹽霧害)或外物碰觸造成用戶電壓驟降，此時電力公司仍正常供電。因用戶對電壓驟降的容忍度不同且國際間對標準規範尚未達共識，責任較難釐清爭議多，而電壓驟降引起用戶停機由用戶於廠內改善較為經濟有效。

隨著自動化的全國普及，電壓驟降問題影響的層面有逐漸擴大的趨勢。為減少電壓驟降對產業之衝擊，一套完整的監錄系統設備和監錄分析資料為必然趨勢。電壓驟降是高科技產業關切的課題，電力公司從事系統電壓驟降性能檢討、全力提高供電可靠性，高科技廠商針對較精密敏感機器加裝電壓補償改善設備，機台供應商改善機台對電壓驟降之敏感度，由電力公司、高科技廠商和機台供應商共同合作，以徹底改善電壓驟降之影響。

玖、參考文獻

- [1] 黃瓊誼，“高科技產業高標準之電力需求”，電機月刊第 113 期，2000 年 5 月。
- [2] 黃瓊誼，郭宗益，“電壓驟降之趨勢與改善”，第 23 屆電力工程研討會論文集，2002 年 12 月。
- [3] “Power Quality for the Semiconductor Fabrication Industry: Improving Electric Power Reliability & Tool Immunity”, Tempe Arizona, EPRI, Sep. 29 ~ Oct 1, 1997.
- [4] “Power Quality for the Semiconductor Fabrication Industry: Improving Electric Power Reliability & Tool Immunity”, Dallas Texas, EPRI, June 30 & July 1, 1998.
- [5] Michael J. Bass, Clayton M. Christensen, “The Future of the Microprocessor Business”, IEEE Spectrum, April 2002.
- [6] “瞬時電壓低下防備”，中國電力株式會社，1997。
- [7] Mark McGranaghan, “Trends in Power Quality Monitoring”, IEEE Power Engineering Review, October 2001.
- [8] Mark McGranaghan, Bill Roettger, “Economic Evaluation of Power Quality”, IEEE Power Engineering Review, February 2002.
- [9] W. Koch, “Customers, Utilities work together on Power Quality”, Electrical World, June 1997.
- [10] P. Manos, “Con Edison takes its customers to school”, Electrical World, Aug. 1997.
- [11] Robert Hebner, Joseph Beno, Alan Walls, “Flywheel Batteries Come

Around Again”, IEEE Spectrum, April 2002.

[12] “新竹科學園區供電簡報”，台電公司系統規劃處，91年6月。

[13] “新竹科學園區電壓驟降統計分析”，台電公司綜合研究所，91年2月。

噫！

！...

保護電驛？

請參加電驛協會

保護電驛訓練班

