

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

106年第3季 (106.07 No.105)

台電綜合研究所 **TPRI**

地址：(10091)台北市羅斯福路4段198號 電話：(02)2360-1084 傳真：(02)2364-9611

目錄

研究計畫成果

- 一、協和#3、4機鍋爐送風機增設馬達變頻控制後熱耗率分析.....1
- 二、區域負載預測之負載密度及參差率研究.....3
- 三、新社先導型 IEC 61850 變電所系統建置.....4
- 四、煤灰特性對環境影響之研究.....6
- 技術服務
- 辦理本公司105年標竿學習案例競賽評比活動.....7

台灣電力公司

使命：以合理成本及友善環境的方式，提供社會多元發展所需的穩定電力。

願景：成為卓越且值得信賴的世界級電力事業集團。

經營理念：誠信、關懷、服務、成長。

研究計畫成果

一、協和#3、4機鍋爐送風機增設馬達變頻控制後熱耗率分析

(能源研究室：林春景、王派毅、楊泰然；協和發電廠：許恆得、張烈青、洪坤勇、陳春城、劉松昌)

(一)研究背景：

全球高科技電器產品的開發進展，使人類可享受較過往更便捷舒適的現代化生活，加以經濟活動愈益熱絡，亦造就能源需求陡增，我國產生電力的主要來源高達80%為化石燃料，化石燃料轉換為能量的過程中，就會排放二氧化碳，而二氧化碳排放已經被公認為造成全球暖化現象的主要溫室氣體，然而在享受舒適生活之餘，卻得承受後續因地球暖化氣候異常所造成的傷害，因此如何抑低二氧化碳的排放，是全世界極為重視的課題，在全世界各個國家的努力之下，全球二氧化碳的排放，已經從2012及2013兩年，每年3%的增長率，降為2014年的0.3%，我國亦未能置身度外，經濟部能源局因而提出了我國未來的減碳目標，即在西元2020年的二氧化碳排放量回復至2005年，而2025年的二氧化碳排放量，則回復至2000年，本公司為了配合政府政策，成立了節能減碳推動會報，由總經理主持，規劃了9個推動策略，同時每個推動策略底下分別提出2~4項行動方案，共計31項行動方案，由本公司相關部門

負責主導執行，其中的第二個推動策略為「提升既有機組效率」，底下的第5項行動方案為「提升既有火力發電機組效率」，由發電處主導，發電處因而要求轄下的各個火力電廠，提出機組效率改善計畫，在各電廠的努力之下，對改善電廠運轉效率方面做出了貢獻，火力機組在2014年的平均熱耗率，每度電較2013年，節省了5仟卡，每度電的二氧化碳排放強度，因此降低了8公克，本研究計畫所探討的議題即為電廠諸多改善案例之一，由協和電廠提出針對#3、4號機鍋爐送風機馬達由常速運轉改為變頻控制，進行改善計畫，以達節約廠內用電的目的，本案進行的改善工作已經完成，協和電廠並委請本所進行改善前後機組的熱耗率評估分析。

(二)研究內容：

本研究針對協和電廠『3、4號機鍋爐送風機馬達由常速運轉改為變頻控制改善』後成效，進行分析評估改善後對鍋爐效率及機組淨熱耗率的影響，並提出診斷修訂淨熱耗率及廠內用電曲線。

計畫之執行則以蒐集機組運轉資料，加以整

理並進行計算分析評估為主要研究內容，主要工作項目，包括：

1. 機組運轉資料及文獻蒐集。
2. 鍋爐效率及淨熱耗率計算評估分析。
3. 撰寫研究計畫報告。

(三) 研究結果：

經本研究探討分析結果，協和#3、4機更新為變頻轉速控制後，廠內用電及燃油使用率，改善效益極為顯著，廠內用電量從更新前的3.0~6.1%，降為更新後的2.8~5.2%，降低幅度高達0.2~0.9%，熱耗率可因而改善0.21~0.95%。在鍋爐熱效率方面，發現協4機鍋爐熱效率，反而有較更新後降低的現象，在機組低負載時，降低幅度最大達1.0%，機組負載愈高，降低幅度愈小，尤其是當機組出力滿載時，鍋爐熱效率幾乎沒有改變

，主要原因為，用為計算鍋爐熱效率的送風機出口空氣溫度，在馬達變頻控制更新後，較更新前降低許多，尤其在低負載時更高達20°C之多，因而，增加鍋爐熱效率乾燃氣的損失。

至於機組淨熱耗率計算評估分析結果，協4機FDF馬達更新為變頻運轉控制後，在低負載運轉時，有較顯著的改善效益，但當機組滿載時，則改善不明顯，主要原因為，當機組低負載運轉時，所需的燃燒空氣量減少，未更新前，空氣流量由FDF的葉片開度控制，因此增加了節流損失，使用廠內用電減少，因而改善機組淨熱耗率。

最後由所蒐集到的機組運轉資料，計算分析了各機組的實際廠內用電量及燃油消耗率，用為爾後運轉參考。

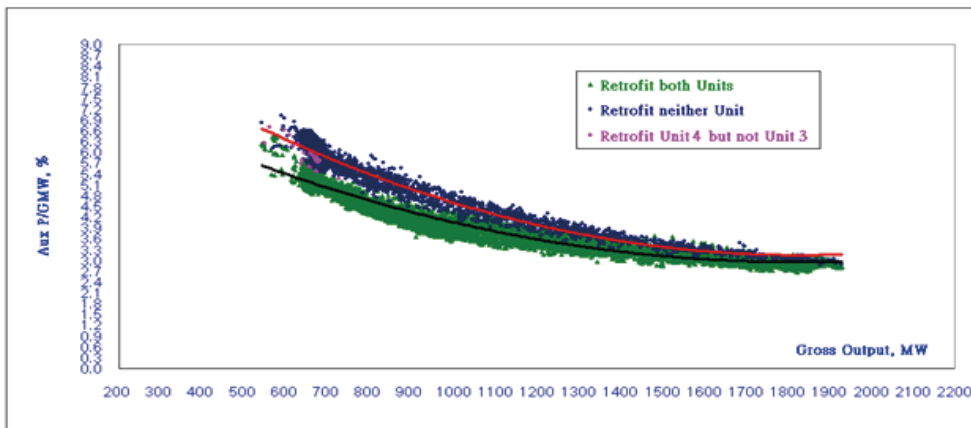


圖1 協和#3、4機風扇轉速控制更新前後廠內用電比較

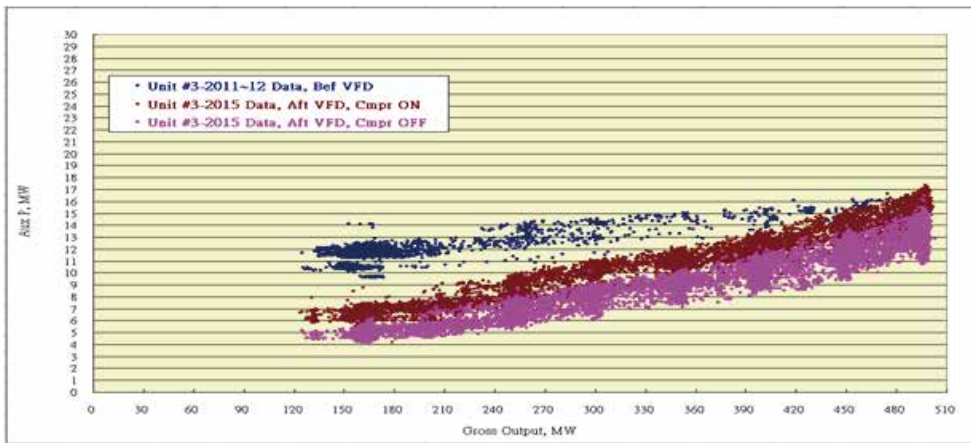


圖2 協和#3機風扇轉速控制更新前後廠內用電比較

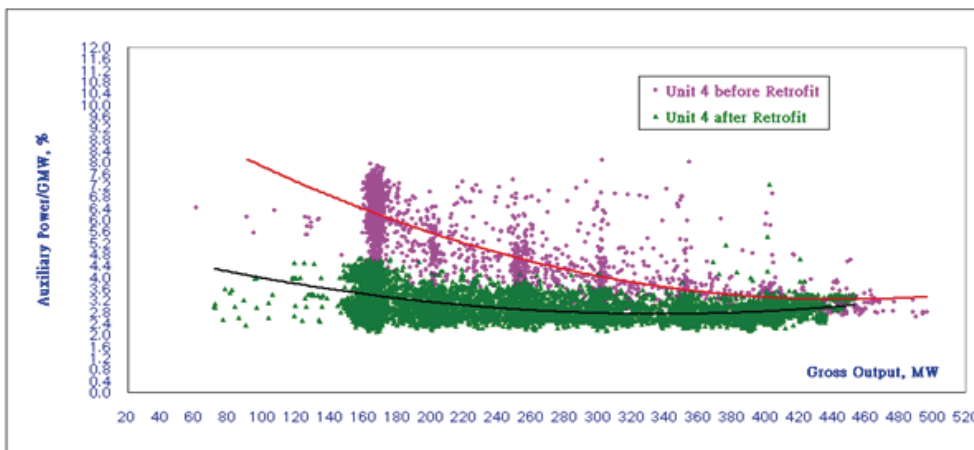


圖3 協和#4機風扇控制更新前後廠內用電比較

負載密度及參差率是配電預測規劃的重要因子，本計畫收集台電高壓NBS、AMI及低壓NBS、AMI、及系統供電調度、供電區域調度網頁等資料，蒐集用戶用電面積計4,346戶，含調查與NBS空調使用的面積及公司外已建置相關的資料；做大量數據清理、整併、補值、及推

估區域內變電所及變電所內各饋線的日負載型態(如圖1)，據以計算負載參差率及負載密度。

區隔區域內不同類型用戶之典型日負載模型，能有效推估區域變電所及變電所內各饋線的負載。

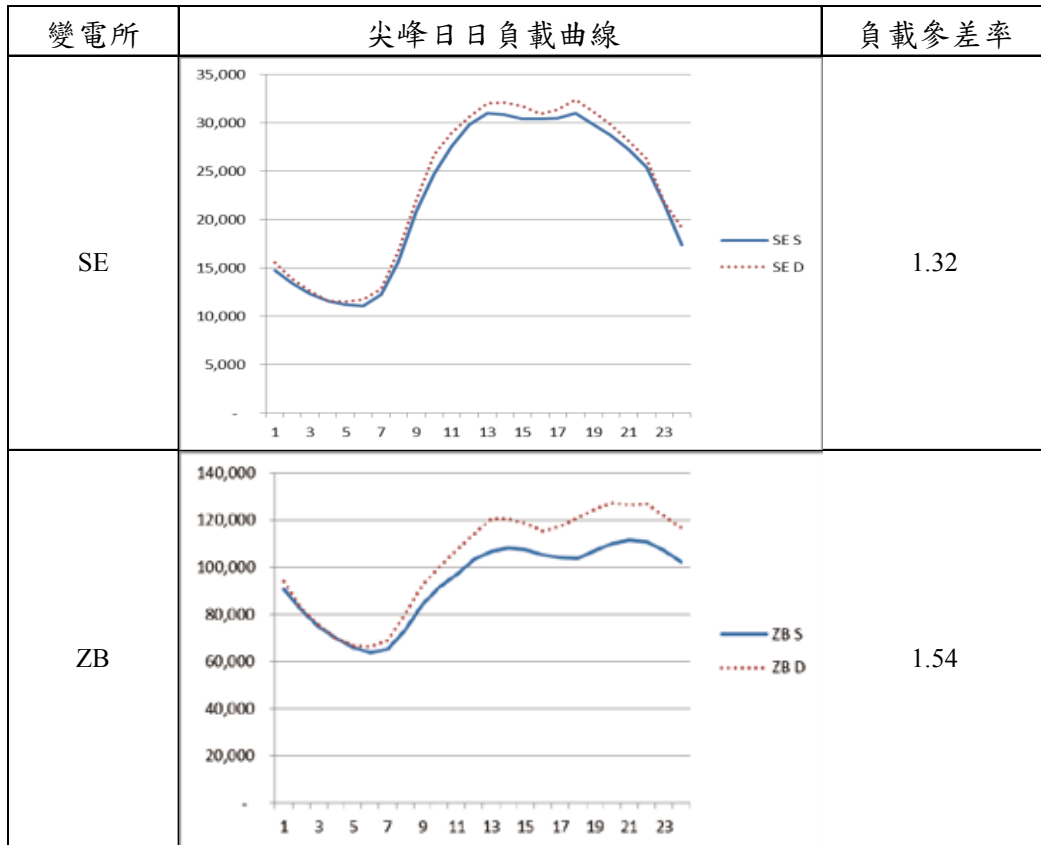


圖1 變電所尖峰日24小時供電(S)及推估負載(D)比較圖與負載參差率

饋線	NBS 戶	AMI 戶	日負載曲線	負載參差率
ZB57	3806	2 0.1%		1.45
ZB61	3851	4 0.1%		1.37

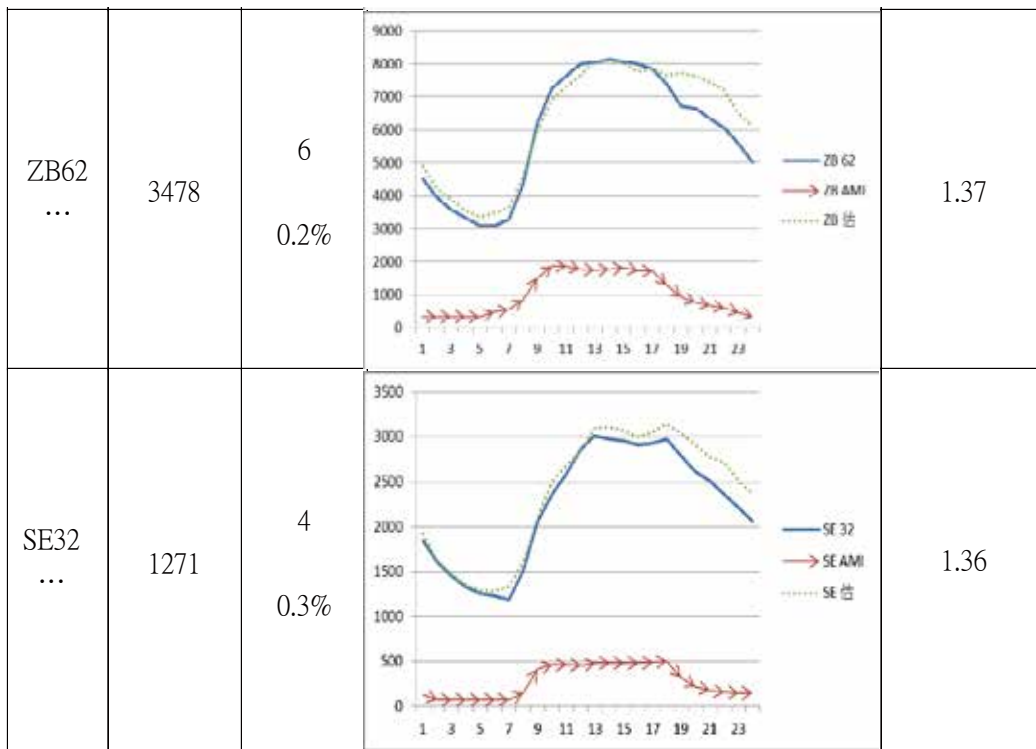


圖2 各饋線之24小時供電、AMI負載及推估負載(估)比較圖與負載參差率

圖2例舉饋線的AMI裝置率雖然相當低約0.1%~0.3%，以饋線的24小時供電曲線做驗證，供給與需求的型態相似或重疊；並以此用戶典型尖峰日負載，計算各變電所及各變電所各饋線的負載參差率。

所建立電力供需資料整理、整合及推估分析的模型，可供擴大分析不同的區域或年度，或供區域短期、中期或長期的負載預測使用。

本公司大數據經驗多仍在建置及資料清理階段，本計畫清理北市區低壓AMI 2016年7月資料，約5千多用戶天的資料重覆及不合理突增值，每日都有異常值產生，提供後續低壓AMI應用知悉，建議修改低壓AMI的電表資料管理系統(MDMS)，以提高AMI的正確性與可應用性。

本案實證，龐雜的營運及用戶屬性資料，經適當的整理分析能有效詮釋用電行為，並預期將可進一步提供區域性用電負載預測。

三、新社先導型 IEC 61850 變電所系統建置

(電力研究室：柯喬元、廖政立、陳思瑤、林哲毅)

(一)緣起：

IEC 61850標準含蓋了電網自動化的各個層面，其中自由的進行IED各種功能配置，提供不同廠商的設備互操作性(Interoperability)是一大重點。它與傳統變電所主要的通訊協定不同點在於提供一般物件導向變電站事件(Generic Object Oriented Substation Event, GOOSE)功能與取樣值(Sampled Values)通訊機制，使設備更加智慧化。

本所與供電處、台中供電區營運處延續第一期新社先導型IEC 61850變電所系統建置，第二期進行功能擴充，並於105年底完成。新社變電所第二期計畫將所內主要設備皆納入建置，且利用IEC 61850標準完成馬鞍~新社、潭南三端的87-L保護功能。

(二)邏輯節點：

IEC 61850將變電所的實體設備虛擬化成為不同的邏輯節點(Logic Node)，邏輯節點內可再細分為不同的狀態、屬性，這部份在IEC 61850-7-4標準(兼容邏輯節點和數據類)中有詳細說明，內容包含了邏輯節點的定義、資料物件及邏輯定址。各項邏輯設備與變電所間的基本通信結構則定義在IEC 61850-7-2標準中，該標準提到抽象通信服務界面的描述、抽象通信服務的規範、服務資料庫的模型…等。站控層(Station Level)和間隔層(Bay Level)之間通信網路的映射則在IEC 61850-8-1進行說明。

IEC 61850標準最上層資訊模型為邏輯設備的集合，即智慧型電子裝置(IED)，1台IED可以同時包含數個邏輯設備，以此階層式物件導向的資料結構，供規劃人員更方便管理與擴充。

(三)IEC 61850資訊模型：

變電站自動化的所有功能可以劃分為三個層次：處理層、間隔層、站控層(Process, Bay, and Station Level)。處理層位於最下層，開關設備置於其中，而感應器和執行器，則作為監視和操作開關所需的裝置。處理層所包含設備有斷路器IED，電流、電壓互感器等。

IEC 61850依據階層式之資訊模型，定義資料物件之群組名稱。LDName為邏輯設備名稱，dddXCBR1為邏輯節點群組名稱，IED廠家可自行定義群組描述名稱。而中段部分採用4個英文字母作為功能或設備之命名，第一個字母X為功能分類群組名稱，代表開關設備群組，CBR為功能名稱縮寫，其代表斷路器，1為該邏輯節點功能編號。下一段為功能性限制(Functional Constraint, FC)，此範例中ST代表開關狀態(Status)，接著為資料物件(Data Object)名稱，Pos代表位置(Position)，最後為屬性(Attrubute)，stVal表示為狀態值(Status Value)，其可能為0或1。

(四)新社先導型IEC 61850變電所第二期建置：

新社先導型IEC 61850變電所第二期計畫延續第一期架構，進行功能擴充。所內主要設備皆納入建置，亦利用IEC 61850標準完成了馬鞍~新社、潭南三端的87-L保護功能。第二期新增其他廠牌(SIEMENS)的IED來完成新社D/S二號主變壓器保護。因此新社IEC 61850保護電驛廠牌計有ABB、ALSTOM、SIEMENS，多樣性足夠，且各廠家IEC 61850產品之資訊及控制可整合至SCADA/HMI系統。

新社先導型系統含完整全面的IEC 61850變電所保護及自動化通訊系統。使用Station BUS(IEC 61850-8-1)及Process Bus(IEC61850-8-1和-9-2)。實體銅線只用於直流或交流電源、CT/PT二次側到合併單元(MU)、以及斷路器的輔助接點和跳脫線圈到斷路器IED。為避免影響原系統之引起誤跳，電流訊號皆從CT2引接，主要驗證IEC 61850特性、保護邏輯，不執行實際跳脫，只回授跳脫訊號。

以新社所內#2DTR變壓器保護為例，分別擷取了161kV#2 BUS電壓PT訊號，CB1760、CB330、CB340之電流CT訊號，訊號再引接至地下一樓電纜室的MU盤，如圖1。MU盤訊號經時間同步模組同步後，以光纖傳送IEC 61850-9-2 LE標準格式至Process BUS。



圖1 #2DTR變壓器保護之MU盤

此外，第二期SCADA/HMI直接以IEC 61850之Data set進行轉換，規劃電力單線圖畫面及其元件，並執行數據收集、即時監視及控制、警報、事件、記錄及報表管理等功能，如圖2。



圖2 新社先導型IEC 61850變電所SCADA/HMI

本案為達成IEC 61850輸電線路保護功能實作，本所向通信處申請了2條乙太網路線路，分別為新社D/S至馬鞍電廠、新社D/S至潭南D/S，每路頻寬各20MB。

此外，利用三端點之IEC 61850-9-2封包可計算各站間的時間延遲，以新社D/S為T-Line 87-L Differential Protection為中心比較點，則新社D/S 1520與潭南D/S 1510的GOOSE、SV交換通訊之延遲時間測試為 $208\mu s * 6 = 1.25\text{ ms}$ 。新社D/S 1520與馬鞍電廠 1580的GOOSE、SV交換通訊之延遲時間測試為 $208\mu s * 3 = 0.625\text{ ms}$ ，上述各點間之延遲時間皆在3ms以內，表現良好。

四、煤灰特性對環境影響之研究

(化學與環境研究室：曾志富、郭麗雯、蔡佳蓉；化檢組：李安平、蕭宏安)

(一)前言：

燃煤電廠所產出之煤灰究竟是否對環境有害？一直是外界所疑惑及探討的問題。我們可以透過溶出試驗，選用特定萃取液來模擬真實環境下，重金屬溶出的比例，以及評估對環境的影響。本研究除了進行煤灰重金屬全量及TCLP統計分析外，還進行以下兩種溶出試驗：1.簡化生物可及性萃取法(Simplified Bioaccessibility Extraction Test, SBET)模擬被人體消化後吸收利用之重金屬比例，可實際評估煤灰重金屬影響人體健康之程度。2.序列萃取法(Sequential Extraction Procedure, SEP)評估重金屬的型態及移動性，可進一步了解生物可利用性。

(二)研究背景、目的、方法：

目前國內對於煤灰再利用已相當普遍，主要利用於水泥、混凝土、建材製品等之添加，本公司目前煤灰之利用率已達90%以上，部分無法利用之煤灰才填埋於灰塘。煤灰多元化去化係台電公司多年來努力之目標，但燃煤電廠營運上仍須具備灰塘，若相關之法規變更將煤灰歸類為有害(毒)事業廢棄物，甚或以加強管理方式，均將導致灰塘興建費用大幅提升且不利於再利用。

煤灰究竟是否對環境有害？一直是外界所疑惑及探討的問題。我們可以透過溶出試驗，選用特定萃取液來模擬真實環境下，重金屬溶出的比例，以及對環境的影響。我國環保署所公布「有害事業廢棄物認定標準」，採毒性溶出試驗(Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP)以評估之，TCLP雖然被國際公認的標準評估方法，但是仍被許多外界學者認為此方法不具適切性。因此本研究嘗試使用更嚴謹的溶出方式，來綜合評估煤灰重金屬溶出潛勢。除了進行重金屬全量及TCLP統計分析外，還進行以下3種溶出試驗：

- 1.JLT-13釋出潛勢試驗(Japanese Leaching Test No.13, JLT-13)評估再利用於海事工程之適切性。
- 2.簡化生物可及性萃取法(Simplified Bioaccessibility Extraction Test, SBET)模擬被人體消化後吸收利用之重金屬比例，可實際評估煤灰重金屬影響人體健康之程度。
- 3.利用序列萃取法(Sequential Extraction Procedure, SEP)評估重金屬的型態及移動性，可進一步了解生物可利用性。

(三)研究成果：

- 1.統計台中、興達電廠共14部機組所產出飛灰、底灰，TCLP皆遠低於法規標準；而重金屬全量之平均濃度(共計554個樣品)皆低於土壤污染管制(監測)標準。
- 2.本研究將飛灰、底灰、灰塘灰共計23個樣品進行SEP、SBET溶出試驗，大部分樣品重金屬移動性普遍偏低，主要集中在殘餘相態，表示煤灰重金屬非常穩定，不具環境、人體危害性。重金屬全量相似於臺灣自然背景土壤(表1)，其中，飛灰、底灰及灰塘灰中鋅、汞生物可及性濃度和比例與臺灣自然背景土壤所測得之結果相差不大；鎘、鉻、銅和鉛有相對較低的生物可及性比例；鎳則有相對較高的生物可及性比例。
- 3.我們從台中一期灰塘鑽心取樣進行灰塘深度剖面重金屬含量分析(圖1)，深度由表層至15m，灰塘灰重金屬濃度並無明顯與深度有關連性，顯示重金屬並無累積性特性。灰塘灰之重金屬含量略高於底層土壤，但根據SEP分析，底層土壤較灰塘灰穩定性來得低。
- 4.JLT-13溶出試驗結果(表2)，其值皆遠低於日本法規標準，表示煤灰再利用於海事工程其重金屬溶出潛勢極低。

表1 煤灰與土壤背景值之比較

樣品類型		砷	汞	鎘	鉻	銅	鎳	鉛	鋅
水源保護 區自然背 景土壤 (n=20)	全量(mg/kg)	3.59-16.6	0.4-0.40	ND-0.12	7.82-352	4.63-38.3	5.81-97.5	12.5-38.8	48.2-150
	生物可及性 比例(%)	4.72-33.1	0.19-5.98	38.1、44.1	ND	ND-52.5	ND-12.2	15.9-51.2	0.44-20.1
本計畫 煤灰 (n=24)	全量(mg/kg)	ND-21.75	0.001-0.453	ND-0.36	31.2-149	ND-68.2	22.9-128	13.7-67.6	48.0-327
	生物可及性 比例(%)	-	0-24.71	ND	0-48.42	0-26.67	0.78-46.4	0-65.87	0-40.11

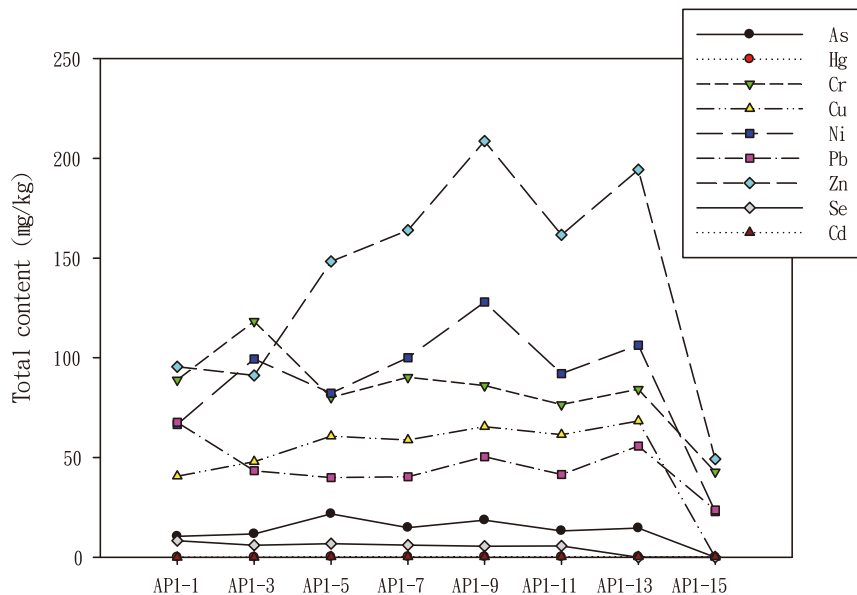


圖1 灰塘深度剖面重金屬含量分析

表2 JLT-13溶出試驗之結果

樣品	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Se
台中飛灰	ND	0.000053	0.008	0.099	0.016	0.002	ND	ND	0.046
台中底灰	ND	ND	ND	ND	0.004	0.063	ND	ND	ND
興達飛灰	ND	ND	0.002	0.078	0.008	ND	ND	ND	ND
興達底灰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
林口飛灰	0.022	ND	ND	ND	0.004	0.105	ND	ND	ND
林口底灰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CLSM-1	0.026	ND	ND	0.066	ND	ND	ND	ND	ND
CLSM-2	ND	ND	ND	0.033	ND	ND	ND	ND	ND
灰塘灰 1	ND~0.032	ND~0.000005	ND	ND~0.017	ND	ND~0.007	ND	ND	ND~0.035
灰塘灰 2	ND~0.032	ND~0.000005	ND	ND~0.009	ND	ND	ND	ND	ND~0.046
法規標準	0.3	0.005	0.3	1.5(Cr ⁺⁶)	-	-	0.3	-	0.3

技術服務

辦理本公司105年標竿學習案例競賽評比活動

(電力經濟與社會研究室：余長河)

本所自民國92年起開始研發推動有關本公司之知識管理措施，包括辦理研究計畫、擬訂知識管理目標、籌組相關編組、進行教育訓練等，期能從知識型的個人，朝向知識型的組織，邁向知識型的企業，以提升公司各項營運問題解決能力及企業競爭力。

其後，本公司在知識管理方面訂有責任中心指標，以達成標竿學習案例為目標，逐年推展。為促使各單位熟悉使用本公司知識管理有關之部落格、業務協同園地、台電智庫、整合

檢索、分散式知識管理等系統，塑造「分享知識」的學習型組織文化、傳承核心技術及解決現場問題，自95年起每年均舉辦年度標竿學習案例競賽。105年責任中心目標為40個標竿學習案例，爰擬延續辦理案例競賽，以評比選出標竿學習案例。

競賽辦法：請各單位踴躍提案參賽，提案先可參考台電智庫SKM (Strategy Knowledge Management)工具及系統內既有完成的案例，後填寫一份標竿案例經列印後送本所評比；或自

行理濃縮一份15頁內之標竿案例(word檔)將電子檔與書面資料送本所評比。

評選辦法：本競賽援例將以籌組評審團進行評審，評審團擬以7位成員組成，由人力資源處、核發處、發電處、供電處、業務處、營建處與本所各指派一位副處長級主管擔任，就參賽案之商業個案說明、確認專案目標的知識領域、定義關鍵績效指標、知識領域分析：

相對於KPI現在與未來的影響、評估與描繪知識領域發展策略、規劃KM行動方案等SKM六步驟以及效益評估與回饋進行書面評審。

評比結果:前10名分別頒贈第一優勝獎獎金10,000元；11至20名分別頒贈第二優勝獎獎金5,000元；另再選取49名分別頒贈參加獎獎金2,000元以資鼓勵，合計獎金發放248,000元。

(1) 以下10個案例各得第一優勝獎獎金10,000元：

單位	案例
人力資源處	胡蘿蔔效應經營績效導向之員工激勵制度精進
大林發電廠	改善#6機EHC設備精進方法
台北北區營業處	自動線路開關充電迴路之分析與改善
台中供電營運區處	開發數位電驛專屬光電轉換器啟用輸電線路電驛87L保護功能
台北供電營運區處	輸電線路導線相間距離改善檢討及實務
協和發電廠	協和發電廠珠山分廠中控室機組WinCC圖控軟體使用者介面改善
第三核能發電廠	核三廠圍阻築體噴灑系統(CSS)之噴灑泵全流量測試
資訊系統處	停電查詢及通報系統實作雲端壓力測試及效能最佳化，以面對颱風時期大量用戶停電之挑戰
嘉義區營業處	整合開發PC版報工管理程式
輸變電工程處	變壓器併聯功能探討

(2) 以下10個案案例各得第二優勝獎獎金5,000元：

中區施工處	地下室開挖遇巨大卵石之施工與監造-以「明潭發電廠鉅工分廠161kV開關場」為例
公眾服務處	社群網路營運
台中區營業處	建立電力調度模擬系統維護機制，提升電力調度效益。
系統規劃處	祖珠山電廠1050116全黑事故防止對策與改善檢討
明潭發電廠	提升抽蓄機組下導油槽蓋板油氣捕捉能力
林口發電廠	林口發電廠更新改建機組試運轉組織學習及知識管理
第一核能發電廠	改良式活性負載裝置(LLD)，提升閘格蘭止漏能力
高雄區營業處	自動線路開關維護方法
營建處	導入建築資訊模型(BIM)以提升建築工程設計品質(小港巡修中心暨變壓器存放棚新建工程為例)
綜合研究所	建立分散式知識社群運作技術與示範案例