

調 查 報 告

壹、案由：我國能源97%以上皆靠進口，每年耗費千億元經費進口能源於發電用途，然據審計部「109年度中央政府總決算附屬單位決算及綜計表審核報告營業部分」，台電公司(下稱台電公司)107年度配電系統線路損失量，107年度為45億8,513萬餘度、108年度為46億6,118萬餘度、109年度為48億5,619萬餘度，近三年每年平均線路損失約為92.97億元，此乃僅計輸電系統及配電系統之線路損失量，若包括用戶端之損失量，問題當更為嚴重。早期國內用電戶數及用電量較少，電力負載密度較低，台電公司為節省變壓器投資，大量使用燈力併供變壓器(即採V-V接線)方式，然五十年來沿用至今，我國變壓器及饋線管理系統與先進國家落差已日益加大。至109年底，台電公司總饋線數超過1萬條，饋線長度超過38萬公里，配電變壓器超過140萬具，用戶數更高達1,400萬戶以上。如今用電戶數及用電屬性差異日增，是否造成配電系統「三相不平衡」日益嚴重？是否影響系統安全、增加饋線損失？系統三相不平衡是否會造成全國1,400萬用戶端變壓器、馬達等設備耗損，並導致用戶端必須消耗更多電力、付出更多電費，增加工商產業界成本及民生用電負擔？以上等情，實有詳細探究之必要案。

貳、調查意見：

本三相不平衡案，經本院函請審計部到院簡報，嗣於111年5月3日向台灣電力股份有限公司(下稱台電公

司)調卷，並於民國(下同)111年2月8日諮詢學者專家，7月28日及8月10日辦理座談會，以及8月16日履勘台電公司臺北西區營業處配電調度中心(DDCC)、臺北供電區營運處化成配電變電所，已調查竣事，茲臚列調查意見如下：

一、台電公司過去配電作業未確實登載相別，配電圖資管理系統(DMMS)相別資料紊亂，相別量測設備數量亦有不足，粗估圖資正確率未達四成，致使配電施作時隨意配接相別而加劇三相不平衡，並使換相改善作業事倍功半，並嚴重影響未來智慧電網之推動，確有違失；台電公司雖已於110年6月將圖資正確性納入「台電公司配電系統饋線三相不平衡改善執行措施」，並於111年上半年採購相別量測裝置達43台，開始正視圖資正確性議題，然台電公司為供電穩定，須待饋線施工時方能進行換相作業，進度難以預期，亦難整體規劃，惟為因應強化電網韌性及再生能源併網等迫切需求，仍須積極進行圖資校正並訂定具體改善目標。

(一)根據審計部109年度中央政府總決算附屬單位決算及綜計表審核報告營業部分」，台電公司配電圖資管理系統(DMMS，Distribution Mapping Management System)相別資料紊亂情形節錄如下：

1、台電公司為將所屬各區營業處變電所之主變壓器、饋線主幹線及分歧線、用戶、配電變壓器等設備納入電腦化管理，建置配電圖資管理系統；另為便於各區營業處於停限電期間調度饋線負載，於DMMS系統項下建置「停限電運轉圖資系統(OMS)」記錄所有變壓器相別、導線、供電用戶等資料，OMS資料庫資料係依數位化建檔時以人

工繪製膠片圖資標示內容建檔¹。

2、惟據109年10月「配電系統三相不平衡分析及諧波影響」研究報告指出，利用配電設備相別量測系統，執行變壓器及四路分歧線導線相別之現場量測及比對，發現OMS變壓器相別屬性資料與現場設備實際相別資料並不一致，以測試高雄區營業處饋線LC34之18座配電室為例，**OMS變壓器屬性資料不一致率偏高(66%)**；另執行測試同區營業處饋線LY37及MK33分歧線，亦發現其主幹線之導線相別與台電公司採行之標示規則並不一致，OMS系統登錄之分歧線相別屬性與現場量測結果不同。

3、另查台電公司為提升配電設備現場相別準確度，截至109年底止，已採購配電相別量測設備12臺，仍有14個區營業處未配置相別量測設備。

(二)依據本院111年2月8日辦理專家學者諮詢會議及111年7月28日辦理機關與學者專家座談紀錄，學者專家一致認同台電公司配電圖資管理系統圖資正確性偏低，有待加強，始能對新加入之負載進行相別管理，並成為**智慧電網之基礎資料**，茲節錄如下：

1、陳朝順教授：

(1) 台電公司的燈力併供約有140萬具，數量大，損失也就很大，哪一相也很難搞清楚，台電公司雖然有買量測設備，現場施工常常拿到施工設備(中性電流量測系統)也不知道怎麼處理，一條饋線上百具變壓器，哪一個相別也搞不清楚，常常登載資料和實測差很多，就我所知，圖資的準確度只有30%左右，過去施工沒

¹ 林嘉宏、吳承翰、陳朝順、許振廷、辜德典。109年10月。配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究。台灣電力股份有限公司綜合研究所委託研究案。

有在規定要接A相B相C相，也沒有量測設備，外包廠商當然以便於施工的方式施工，而不是以相別平衡為考量，導致圖資經常有不準確的情形，跟著導致後續改善措施無法進行。

- (2) 目前台電配電饋線總數已超過1萬條，假設中性線電流 $I_n > 100A$ 之饋線數佔比為10%，中性線電流介於60A至100A之饋線數佔比為50%，中性線電流小於60A之饋線數佔比為40%，則可估算台電配電系統因三相不平衡所造成之中性線損失每年即高達7億度。

2、林嘉宏教授

- (1) 負序電流對感應馬達的影響已有相關數據，不平衡越高，低壓配電馬達效率越差。就算是現在新大樓，也都很高比例還在用V-V接，我們去普查現場，高雄美術館附近新大樓17個配電室相別錯誤率高達65%，主要就是圖資不準造成的。
- (2) 調完相別之後，還是要有正確的圖資才能維持，因為據我看台電施工，光是調一個相別就要花很多時間去試，如果圖資是錯的，不僅會調錯，還會導致後續加入的負載沒辦法管理，那這些功夫都浪費了。

3、陳在相教授

- (1) 圖資重要我非常認同，因為這也是智慧電網的基礎資料，沒有正確圖資就是瞎子摸象。
- (2) 圖資系統也是很重要，因為當我們把負載和相別調整到平衡之後，如果有新的負載進來，我們才能規定它必須接在哪個相別；如果做完之後還是亂接，那前面的工作就白費了。
- (3) 我們淨零碳排到2050時，再生能源會占到

60~70%，又碰到全部設備電力化，所以未來相別平衡的課題會更形重要。

- 4、另查台電委託國立高雄科技大學電機工程學系林嘉宏教授等人之研究案指出如下，略以：「……本計畫利用配電設備相別量測系統，執行變壓器及四路分歧線導線相別之現場量測及比對，發現OMS變壓器相別屬性資料與現場設備實際相別資料並不一致，以測試饋線LC34之18座配電室為例，OMS變壓器屬性資料不一致率偏高(66%)。……之分歧線相別屬性與現場量測結果亦不相同。由於OMS自動圖資已在台電所有區處廣泛使用，未來更必須配合台電智慧配網之發展，支援配電系統規劃、設計、運轉及維護等各種不同應用功能。建議台電未來能藉由現場導線與變壓器之相別量測，並完成用戶與變壓器關聯性之普查，全面更新OMS系統之變壓器及高壓線路相別屬性資料，同時建立OMS圖資系統之運轉維護標準作業程序，將可大幅提升台電配電工程人員改善三相不平衡之分析能力。」等語，足見台電公司本身對圖資相別資料正確性毫無掌握，據109年委託研究計劃推估其正確性未達四成，情況相當嚴重。

(三)對此，台電公司王耀庭總經理於111年7月28日座談及台電公司函復回應如下：

- 1、王耀庭總經理：「圖資部分我們會透過AMI²電表布建來改善，會是一個中長期的作為」。
- 2、台電公司區營業處就中性線電流In值³大於100A之1,575條饋線，規劃課會擬定改善措施，交由

² AMI：Advanced Metering Infrastructure，智慧型電表基礎建設

³ In值：中性線電流，Neutral current。

線路課執行，線路課於執行改善工程前，會先以相別量測設備確認圖資相別正確性，如發現現場線別與圖資呈現不一致，則會先請資訊部門更新圖資，待更新妥後，再由規劃課擬定新的改善措施，線路課配合執行。累計至今(111)年3月份，各區營業處現已改善959條饋線；換言之，迄111年3月，中性線電流超過100安培之饋線已改善60.9%(959/1575)。至於相別量測設備，台電公司目前已購置相別量測設備43台，亦於彰化、北北、桃園、嘉義等區處建置4座基站。

- 3、在確保外包施工遵守相關SOP且按圖施工而避免任意接線導致三相不平衡情形加劇一節，台電公司說明，用戶向台電公司申請用電，區營業處服務中心受理後送設計組規劃設計，規劃課於規劃時會將負載平均分配至供電饋線上，再交由設計課辦理線路設計作業，設計妥後工務段及承攬商會依據設計圖按圖施工，施工完成後，檢驗員會再妥善檢查其線路是否有依據設計圖按圖施工，確認沒問題後方可送電。

(四)另查，台電公司於110年6月30日訂定「台灣電力股份有限公司配電系統饋線三相不平衡改善執行措施」，針對圖資系統校正之措施節錄重點如下，顯示台電公司已開始正視圖資正確性並陸續執行校正作業：

- 1、為促使台電公司各區營業處能有效性進行導線、開關及變壓器之相別量測與標示，並更新配電圖資系統相關設備相別與相序，配合三相不平衡電流資料，據以執行現場變壓器或饋線相別之調整，改善配電系統三相不平衡，俾降低線路損失及三相電壓不平衡率，爰訂定本措施供各區營

業處依循。

- 2、維護部門(含兼巡修課之S/C)：配合規劃部門指(排)定量測之饋線調整方案，派員至現場進行相別量測並確認圖資正確性，圖資相符時，安排停電執行換相作業；圖資不符時，回饋資訊部門更新圖資，並將饋線調整方案退回規劃部門重新檢討。

二、台電公司106-110年「電業年報」公布之線路損失率均小於4%，績效居世界前茅，稽其計算方式，係以淨發購電量減售電量、抽蓄負載、公司用電量、廠用電量(本廠其他機組供應)而來，惟由於高壓以上用戶之電表設於責任分界點用戶側，且發電廠淨發電量不含升壓主變壓器損失，故台電公司所稱全系統線路損失績效居世界前茅，並未包括特高壓、高壓以上用戶(占用電量6成以上)內線及電廠升壓主變壓器之損失，此般算法恐僅占全系統約4成左右損失，未能真實呈現全系統線路損失，導致審計部因此低估線路平均損失金額(92.97億元)，確有違失，台電做為我國最專業的電力國營事業，應如實提供並完整詮釋數據，避免低估線路損失之嚴重性而誤導決策。

- (一)查台電公司電力系統單線圖如圖9⁴，用戶結構如表12。其中，特高壓及高壓用戶負載占比61.2%，配電系統負載占比38.8%。

表1 台電公司用戶類型及負載結構(資料來源:台電提供，本院製表)

用戶類型	用戶數	負載占比
------	-----	------

⁴ 台電公司110年7月28日提供

特高壓(161KV/69KV)	626	32.4%
高壓(11.4/22.8KV)	25,453	28.8%
配電系統1Φ3W(110/220V)	12,972,935	22.4%
配電系統3Φ3W (220V V-V接)	237,677	10.2%
配電系統3Φ4W(220/380V)	835,493	6.2%
小計	14,072,184	100.00%

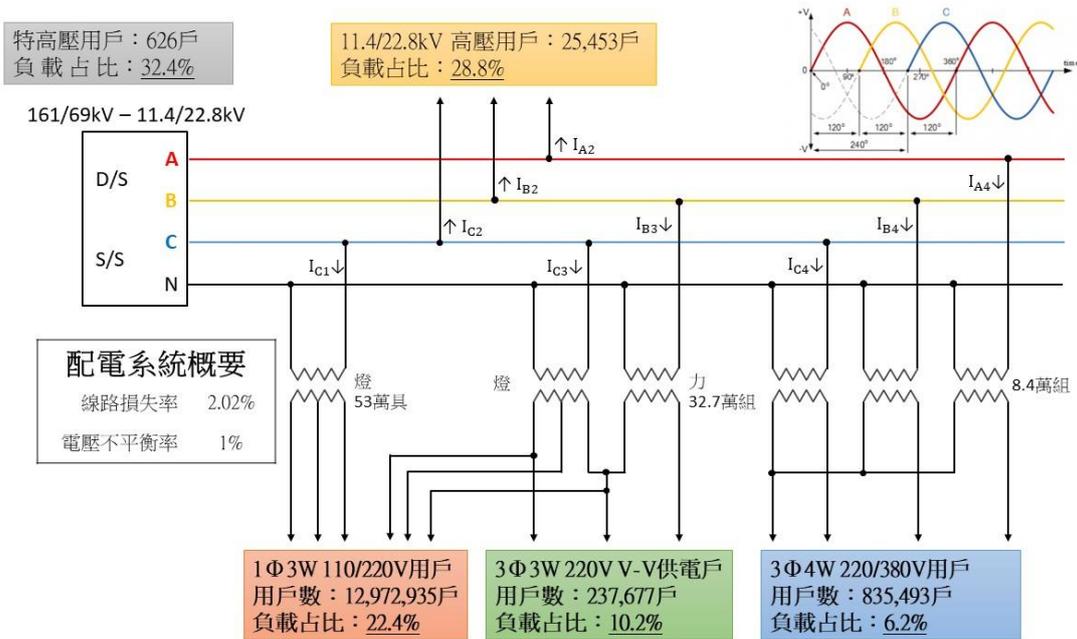


圖1 台電公司電力系統單線圖

(二)次查台電公司線路損失率，依106-110年電業年報，輸電、配電及全系統線路損失率⁵整理如表13，全系統年線路損失率均小於4%，在全世界電力公司中名列前茅，110年輸電系統線路損失率更較109年大減22.16%。本院111年7月28日諮詢陳朝順、林嘉宏及陳在相教授，並與該公司代理董事長曾文生座談，會中該公司以高雄區營業處3條饋線不平衡改善為例，推估整體線路不平衡改善，可降低配電損失量(率)⁶，略以：「依109年度台電公司全系統線路

⁵ 資料來源：109-110年度電業年報，表3-5 線路損失率。

⁶ 問：請台電公司就已完成配電系統改善作業之區域為例，說明改善前後節電差異供參。詳簡報第11頁。

損失率為3.97%，配電線路損失率為2.03%，其配電損失量為4,856,193,300度⁷，發購電量⁸238,928,232,124度，配電損失率=配電損失量/發購電量；依據『配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究』研究案成果，針對本公司高雄區營業處三條饋線進行三相不平衡改善，其改善成果分別為LC34降低0.99%、MK33降低0.54%及LY37降低1%，若以降低1%推估整體配電線路不平衡改善，以109年度本公司配電損失為例，約可降低配電損失量48,561,933度，配電損失率約為2.01%。」等語。

表2 台電公司106-110年線路損失率(單位:%)

年別	106	107	108	109	110
輸電系統	1.93	1.97	1.85	1.94	1.51
配電系統	1.89	1.97	2.01	2.03	2.02
合計	3.82	3.94	3.86	3.97	3.53

(三)惟查台電公司106-110年「電業年報」公布之線路損失率均小於4%，績效居世界之首。以109年度為例(表14)，係以淨發購電量(238,928,232,124度)減「售電量(224,812,536,034度)、抽蓄負載(3,942,797,000度)、公司用電量(351,832,896度)、廠用電量(本廠其他機組供給，339,050,236度)」，而得出全系統線路損失量(9,482,015,958度，3.97%)。稽其算法，按發電廠計量電表係裝設於開關場出口端(圖10)，則台電所稱線路損失，顯未包括升壓變壓器之損失；又，前揭61.2%(特)高壓用電表裝設於責任分界點用戶側(圖11)，則所稱109年線路損失率(3.97%)顯未包含(特)高壓用戶內部線路損失。林惠民教授於本院111年2月8日諮

⁷ 資料來源：109年12月各區處配電線路損失實績比較表，由各區處每月人工統計。

⁸ 發購電量，台電公司淨發電量與購電量之總和。

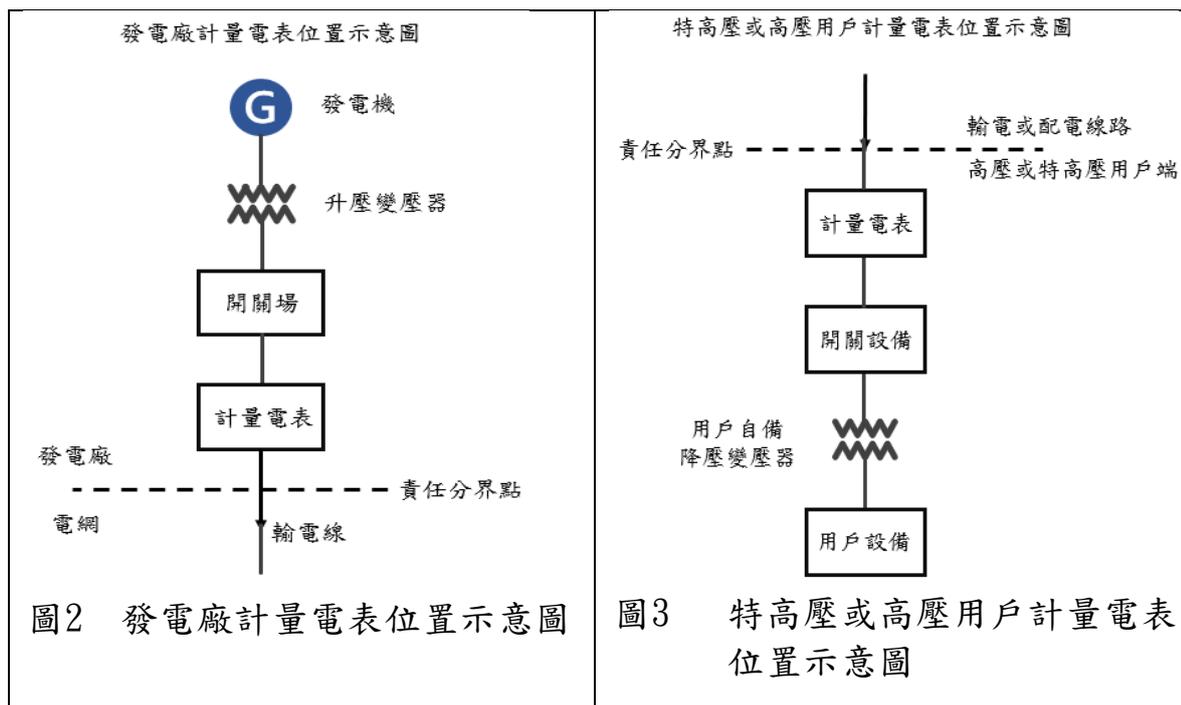
詢會議表示：「以國外工業發達國家，像美國，整體輸配電損失在10%以內，都是不錯的，再加上變壓器本身就有損失，算2%就好，我國用那麼多變壓器，豈有可能整個系統只有4%的損失。國外低壓配電損失平均也有7%，由於幅員廣大造成的線路長而細，電阻損失也很正常，台電怎麼可能只有4%。」非謂無據。

表3 109年12月份全系統當月、年度累計線路損失率

109年12月份全系統當月、年度累計線路損失率

期間	項 目	本年實績 (度)	去年實績 (度)	增減率(%)
		A	B	C = (A - B) / B
當 月	淨發購電量	18,938,556,520	18,281,699,847	3.59
	抽蓄負載	341,899,000	324,710,000	5.29
	售 電 量	17,695,229,563	16,917,988,886	4.59
	公司用電量	26,353,837	25,340,649	4.00
	廠用電量 本廠其他機組供給	28,369,898	32,722,012	-13.30
	損 失 量	846,704,222	980,938,300	-13.68
	損 失 率	4.47%	5.37%	-0.90
年 度 累 計	淨發購電量	238,928,232,124	232,472,383,117	2.78
	抽蓄負載	3,942,797,000	3,985,182,000	-1.06
	售 電 量	224,812,536,034	218,726,640,716	2.78
	公司用電量	351,832,896	346,071,589	1.66
	廠用電量 本廠其他機組供給	339,050,236	430,470,131	-21.24
	損 失 量	9,482,015,958	8,984,018,681	5.54
	損 失 率	3.97%	3.86%	0.11 (備註)
備 註	<p>1. 線損率之增減率(%)係本年實績損失率與去年實績損失率之差值(A-B)，負值表示本年較去年為佳。</p> <p>2. 配合發電月報及發電旬報「系統供給—外受電」名稱修改為「本廠其他機組供給」，修正線損月報「電廠停機外受電量」名稱為「廠用電量 本廠其他機組供給」。</p>			

110/01/13降低線損小組製



(四)另據審計部審核意見，台電公司提供107至109年度配電系統線路損失量分別為45億8,513萬餘度、46億6,118萬餘度及48億5,619萬餘度，線路損失率(配電損失量/淨發購電量)分別為1.97%、2.01%及2.03%，以109年度平均每度發購電成本1.9778元估算，近3年度(107至109年度)配電系統每年平均線路損失約為92.97億元之金額，惟囿於台電公司算法未能真實呈現全系統線路損失，推估每年線路損失實際金額不僅止於92.97億元。

(五)經查，基於台電公司未掌握超過全國6成用電量之高壓用戶於電錶後設置升降壓變壓器之內部線路損失情形，亦未將發電廠升壓變壓器之損耗納入計算，故台電公司於電業年報所呈現之數據與陳報審計部之線路損失92.97億元，僅能代表大約全國4成之損耗，實際上全國線路損失不僅於此，台電除應於數據提供時註明計算方式，更宜跳脫照錶收費之思維，以全國用電效率之高度加以考量，避免決策者誤解或忽視三相不平衡之重要性。

(六)綜上，台電公司106-110年「電業年報」公布之線路損失率均小於4%，績效居世界前茅，以109年度全系統線路損失量約94億度(3.97%)為例，係以淨發購電量(約2,389.3億度)減售電量(約2,248.1億度)、抽蓄負載(約39.4億度)、公司用電量(約3.4億度)、廠用電量(本廠其他機組供給，約3.4億度)而來，惟由於高壓以上用戶之電表設於受電端，且發電廠淨發電量不含升壓主變壓器損失，故台電公司所稱全系統線路損失績效居於前茅，並未包括高壓以上用戶(約占6成)內部線路損失，以及電廠升壓主變壓器之損失，確有違失，台電做為我國最專業的電力國營事業，應如實提供並完整詮釋數據，避免低估線路損失之嚴重性而誤導決策。

三、依ANSI(American National Standards Institute美國國家標準學會)C84.1規範，美國電氣製造商協會(NEMA)建議三相電壓不平衡率小於3%，然台電公司「配電調度控制系統」(DDCS)僅監控饋線出口之一相電壓，「饋線調度控制系統」(FDCCS)亦僅監控收集三相電流及部分電壓，迄未監控及掌握三相電壓不平衡之全般情形，卻告知審計部24區處變電所主變壓器一次側之三相電壓饋線無不平衡大於3%情形，後續亦未更正，並於111年7月28日、同年8月16日赴監院約詢之簡報第3頁，載述配電系統電壓不平衡率僅1%績效甚佳；復以台電公司訂定中性線電流(三相不平衡重要指標)警示標準為70安培，較國外一般低於30安培有相當差距，台電公司未確實掌握三相不平衡之嚴重程度，長期造成我國輸配電系統之電力損失，核有違失。

(一)查台電公司委託大木系統有限公司研究「燈力併供

變壓器對配電系統及用戶影響研究期末完成報告」第2-2-5節敘明，配電系統存有三相不平衡之負面影響如下，顯示三相不平衡影響層面既深且廣，甚至包含電網安全及設備壽命，台電公司應予充分重視：

- 1、**降低配電變壓器出力**。對三相配電變壓器而言，其輸出容量為每相輸出容量之和，由於三相變壓器繞組結構是按對稱運轉情況下設計的，其每相繞組的電氣特性參數相同。當三相不平衡時，其允許最大出力只能按三相負載中最大一相不超過額定容量為限。
- 2、引起以負序分量為起動元件的多種保護發生誤動作，**對電網安全運行有嚴重威脅**。
- 3、**增大配電變壓器損耗**。當三相負載不平衡時，會使變壓器處於不對稱運轉狀態，造成變壓器的空載損耗和負載損耗增大。當變壓器工作在不平衡狀態時，其產生的零序電流，會導致零序磁通的出現，**使變壓器嚴重發熱，減小使用壽命**；根據變壓器運轉規程規定，運轉中的變壓器中性線電流不得超過變壓器低壓側額定電流的25%。但是，三相負載不對稱運轉會造成變壓器零序電流過大，局部溫升增高，**絕緣過熱，嚴重時可能會出現變壓器燒毀的情況**。
- 4、**產生低電壓問題，無法保證用電安全**。三相負載不平衡會導致三相線路不等的壓降，重載的一相電壓降低，造成低電壓，輕載的一相電壓升高，損壞用電設備，發生不安全事故，用電可靠性降低。
- 5、**對線損的影響**。系統在三相四線制接線方式時，當三相負載平衡時線損最小。三相電流出現不平

衡時，損耗將成平方次冪增加。線損增量最大情況發生在當其中兩相負載重、另一相負載輕時。因此，當三相不平衡時，無論何種負載分配情況，**電流不平衡度越大，線損增量也越大。**

- 6、對電網的衝擊。系統的安全運轉會受到不對稱負載在電網中產生的負序電流和零序電流的嚴重影響，引起旋轉電機的附加發熱和振動，危及安全運行和正常出力。負序的基波電流將引起發電機、輸電線和變壓器的附加損耗。由負序電流引起的負序電壓，是電能品質惡化的重要因素之一。
- 7、對感應電動機的影響。當三相供電電壓不平衡時，非同步電動機會產生達到數倍的不平衡電流，從而導致電動機中逆扭矩增加，震動加劇，電動機的溫度上升，能耗增加，元件老化。
- 8、使半導體變流設備產生的附加的諧波電流（非特徵諧波）。
- 9、對於通信系統會增大干擾，影響正常通信品質等。

(二)次查核二廠 2 號機於 105 年 5 月 16 日發生發電機避雷器箱受損事件，同年 8 月審查會中，陳謨星教授⁹提出三相不平衡議題，要求台電公司進行變電所變壓器中性點接地電流量測，量測結果，大部分變電所不平衡電流介於 10-20%之間，中性點電流較大，有不平衡之情形。為此，台電公司於 106 年 1 月 9 日諮詢學者專家¹⁰後，成立電力系統不平衡改善小組，以抑低三相不平衡情形；嗣並委託研究，於 109

⁹ 際電機電子工程學會院士。曾擔任美國德州大學阿靈頓分校教授、能源中心主任。曾獲得美國愛迪生學會全美最佳電力工程教育獎，為多家電廠擔任顧問。

¹⁰ 林惠民、陳朝順、陳在相、陳斌魁教授

年 10 月、12 月先後完成配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究、燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響研究。其中，配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究，為分析配電系統不平衡現象，擷取 107 年 1 月至同年 12 月之高雄區處配電調度控制系統 (DDCS) 所有饋線出口三相電流及中性線電流資料，分析全區處、變電所及每條饋線年度、每季之每小時中性線電流。該區處各季中性線電流大於 70A 之次數統計如圖 12 至圖 15；新興、永安變電所所屬饋線 $I_n > 70A$ 之次數統計，如圖 16、圖 17，顯示高雄區處中性電流大於 70A 之頻率甚高。

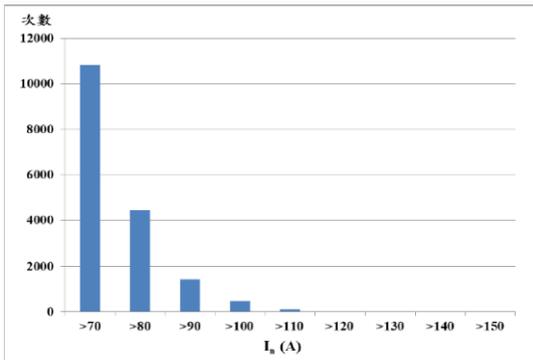


圖4 107年高雄區處所屬饋線第1季 $I_n > 70A$ 之次數統計

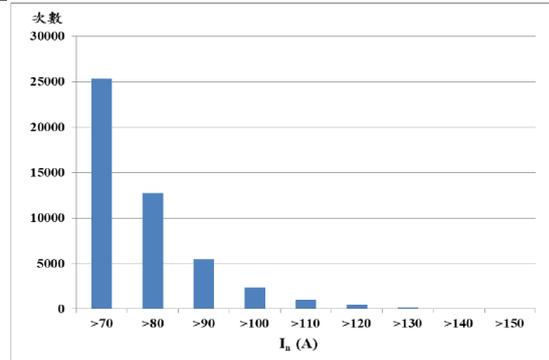


圖5 107年高雄區處所屬饋線第2季 $I_n > 70A$ 之次數統計

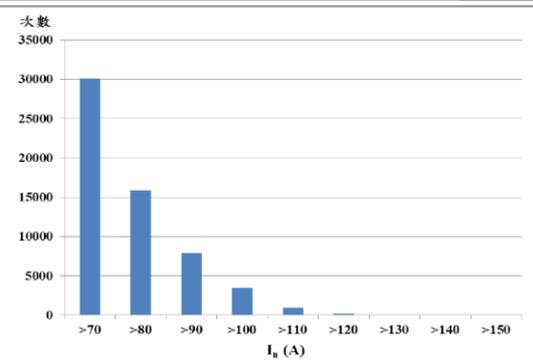


圖6 107年高雄區處所屬饋線第3季 $I_n > 70A$ 之次數統計

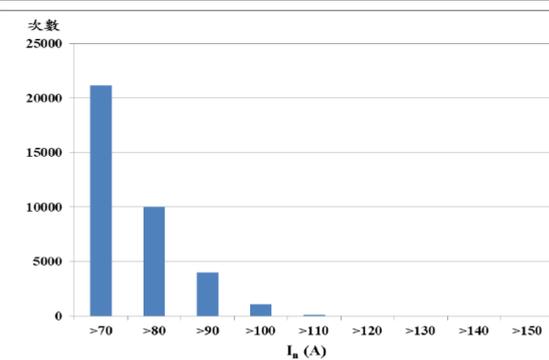


圖7 107年高雄區處所屬饋線第4季 $I_n > 70A$ 之次數統計

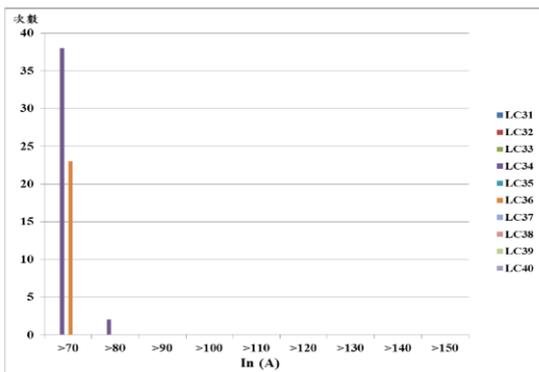


圖8 107年新興變電所所屬饋線 In>70A之次數統計

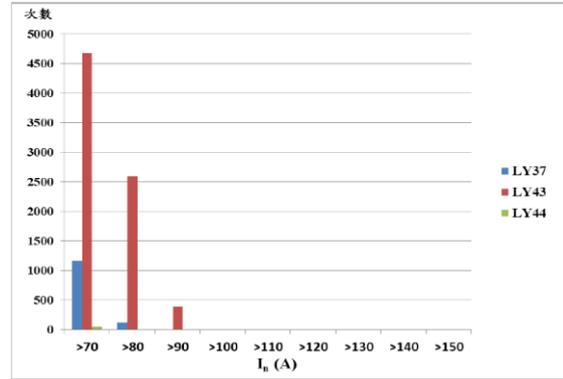


圖9 107年永安變電所所屬饋線 In>70A之次數統計

(三)再查，審計部於110年4月9日函請台電公司提供24區營業處各饋線各季中性電流 $I_n > 70A$ 之資料，以及三相不平衡造成線路損失情形，案經台電公司配電處於同年4月28日說明、同年5月13日補充說明及111年5月18日函復本院略以：

- 1、109年度24區營業處各饋線上中性線電流大於70A之次數如表14(每條饋線以每小時記錄1筆 I_n)，合計多達1,336,946次(109年4月28日)。

表4 109年度中性線電流 $I_n > 70A$ 次數

區處	第一季	第二季	第三季	第四季	合計
基隆	1,805	9,010	16,866	3,303	30,984
北市	258	3,156	5,904	958	10,276
桃園	49,056	51,149	101,238	36,166	237,609
新竹	12,168	36,706	68,581	2,366	119,821
台中	20,380	47,710	93,655	41,349	203,094
彰化	27,151	42,672	64,578	31,360	165,761
嘉義	280	937	1,517	420	3,154
台南	1,576	3,274	4,059	2,382	11,291
高雄	14,790	30,777	42,483	20,423	108,473

區處	第一季	第二季	第三季	第四季	合計
屏東	8,683	10,459	15,684	9,278	44,104
台東	0	20	110	4	134
花蓮	2,074	2,084	9,003	2,385	15,519
宜蘭	3	28	12	1	44
澎湖	0	35	238	0	273
北南	6,071	14,532	19,493	3,270	43,366
北北	12,196	33,188	58,619	13,821	117,824
北西	6,299	11,444	21,004	9,990	48,737
南投	8,650	14,688	24,538	13,791	61,667
鳳山	7,997	24,106	33,053	14,112	79,268
雲林	7,939	9,975	9,943	5,976	33,833
新營	135	158	325	186	804
苗栗	125	197	512	76	910
金門	0	0	0	0	0
馬祖	0	0	0	0	0
總計			1,336,946		

- 2、依據「燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響」研究案結論，實地進行台電公司3條饋線，共6個量測點¹¹進行夏季及冬季之現場量測，三相電壓不平衡率多數低於2%，符合國際規定標準NEMA(國際電氣製造協會)規定電壓不平衡率3%以內。(109年4月28日)
- 3、嗣審計部續請台電公司提供各區處饋線之三相電壓不平衡大於3%以上者之清單，該公司110年5月13日補充稱：「24區處饋線數(條)總計10,143條，經查各區處變電所主變壓器一次側之三相電壓，無不平衡率大於3%之情形。」
- 4、另台電公司111年5月18日函復本院，略以：「統

¹¹新北市新莊區自立街、新北市新莊區復興路、新北市新莊區復興路、桃園市龜山區文興路、高雄文川路、高雄文川路167巷等6處，其中，除桃園市龜山區文興路平均三相電壓不平衡率(夏季3.81%，冬季4.18%)高於2%外，其餘皆符合三相電壓不平衡率低於2%之要求。

計自109年至111年3月止，各區營業處改善三相電流不平衡結果如表16所示：

表5 109年至111年3月止，各區營業處改善三相電流不平衡結果

區營業處	區營業處列管目標饋線數	109年至111年3月累計改善饋線數	111年3月改善饋線數	111年3月改善饋線運轉情形
基隆	81	71	4	改善前電流：101-109A 改善後電流：15-62A
北市	16	0	0	
桃園	251	131	0	
新竹	86	79	6	改善前電流：107-138A 改善後電流：0-59A
台中	245	67	0	
彰化	133	122	19	改善前電流：71-98A 改善後電流：29-58A
嘉義	21	19	0	
台南	114	112	1	改善前電流：105A 改善後電流：71A
高雄	51	12	1	改善前電流：119A 改善後電流：28A
屏東	45	33	0	
花蓮	18	3	0	
宜蘭	7	4	0	
北南	83	26	1	改善前電流：116A 改善後電流：59A
北北	71	47	0	
北西	11	8	0	
南投	67	55	0	
鳳山	100	0	0	
雲林	131	131	0	
新營	2	2	0	
苗栗	42	37	0	
合計	1575	959	32	

(四)次據本院諮詢陳朝順教授書面補充意見如下，國外電力公司之配電線路三相電流非常平衡，其中性線電流均可維持在30A以下，反觀台電配電系統長期存在嚴重的三相不平衡問題，除影響系統運轉安全外，更造成配電饋線嚴重的線路損失；是以由台電僅以中性線電流70A為標準，可知我國三相不平衡情形相當嚴重。

- 1、雖然台電近年來針對饋線三相不平衡作改善，但欠缺一套系統性的改善標準作業程序，加以電腦圖資系統所登錄之變壓器、高壓電纜相別屬性錯誤率極高，導致三相不平衡改善成效不彰。
 - 2、配電系統三相不平衡改善常需配合用戶安排停電，導致現場施作不易，但若能將其納入例行工作停電維修作業或配電工程之範疇時，將可減少三相不平衡改善作業之阻力。
 - 3、電腦圖資系統為台電推動智慧電網之基礎核心，各種配電自動化及設備管理諸多應用功能，將更加依賴圖資系統之資料品質。針對圖資系統所儲存配電設備屬性資料如相別及連結關係錯誤率偏高問題，必須加以檢討並制訂改善期程，以利三相不平衡改善作業，同時確保智慧電網之推動成效。
 - 4、配電系統三相不平衡問題為台電長期存在之沈痾，台電必須建立改善標準作業程序及改善期程，務必將中性線電流超過60A以上之所有饋線訂定改善期程，並應用配電自動化系統所收集之饋線運轉資訊定期自動產生報表，以確實掌握三相不平衡改善績效。
 - 5、配合智慧電網之推動，台電已積極佈建先進讀表系統（AMI）及饋線自動化系統，必須積極規劃如何整合應用於饋線及供電區段三相電流不平衡改善作業，以創造更多之附加應用價值。
- (五)惟查美國電氣製造商協會(NEMA)針對三相電壓不平衡率係參據ANSI(American National Standards Institute美國國家標準學會)C84.1規範，規範建議電壓不平衡率應為3%之內。依台電公司111年5月18日函，饋線中性線電流 I_n 值係三相電流之向量和

($I_n = I_a + I_b + I_c$)，當系統負載平衡時，三相電流數值相同且各相間之角度差為 120° ，則 I_n 值為0；當系統負載不平衡(三相電流數值不同或各相間之角度差非 120°)時，則會產生中性線電流 I_n ，中性線電流 I_n 值高低與不平衡成正比。然各配電變電所出口及饋線電壓不平衡率，迄未有完整數據。本案台電公司應審計部要求提供三相不平衡造成線路損失情形資料時，於110年4月28日所稱：「依據『燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響』研究案結論研究案結論，實地進行台電公司3條饋線，共6個量測點進行夏季及冬季之現場量測，三相電壓不平衡率多數低於2%，符合國際規定標準NEMA(國際電氣製造協會)規定電壓不平衡率3%以內。」等語，核屬以研究案6處量測結果之片面數據虛應；嗣審計部再請台電公司提供各區處饋線之三相電壓不平衡大於3%以上者之清單時，該公司於同年5月13日補充稱：「24區處饋線數(條)總計10,143條，經查各區處變電所主變壓器一次側之三相電壓，無不平衡率大於3%之情形。」稽其說明內容，對於各區處變電所主變壓器二次側及饋線上之三相電壓不平衡率全未說明。

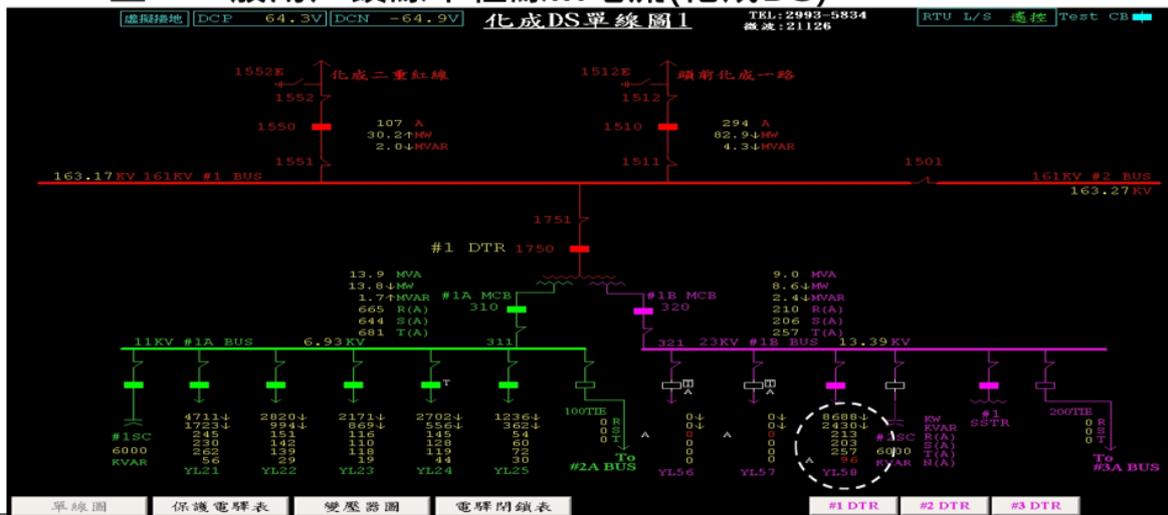
(六)本院111年8月16日履勘台電公司臺北西區營業處配電調度中心(DDCC)、臺北供電區營運處化成配電變電所，以當日簡報第9頁一般用戶饋線中性電流(化成配電變電所)監控畫面為例(如圖18)，圖資雖然正確，系統亦監控各饋線出口端之有效功率KW、無效功率及三相與中性電流，惟現場僅監控其中一相電壓，並無110年5月13日所稱各區處變電所一次側之三相電壓不平衡率無大於3%情形(因未監控三相電壓)，根本無從獲悉各饋線出口之電壓不平衡

率；另該公司雖設有饋線配電控制系統(FDCS)收集自動化開關之三相電流及部分電壓資訊，對於饋線電壓不平衡情形仍無全般資料可參，故亦無法知悉用戶端電壓不平衡率之全般狀況。



參、配電調度中心監控

二、一般用戶饋線中性線In電流(化成DS)



台灣電力公司

誠信 關懷 服務 成長

9

圖10 化成配電變電所(D/S)監控畫面

四、依美國國家電氣製造商協會(NEMA)MG1-2016標準，電壓不平衡將減損馬達之額定，且馬達溫升率為電壓不平衡率平方的2倍，每產生1%的電壓不平衡，就會產生6%至10%的電流不平衡，然本院函請台電公司說明配電系統電壓不平衡程度及影響時，該公司僅依據委託研究案研究內容之負載不平衡模擬結果，說明於電壓不平衡率2.2%下，馬達損失僅增加0.86%，闡述配電系統電壓不平衡程度影響輕微，核其作法，以研究案僅有模擬方式且數據過少卻概括全般情形，且未說明研究案電壓不平衡對馬達線圈溫升及額定減損之影響，考慮層面不夠周延，質言之，台電公司未充分重視電力品質精進，造成典型之「成本外部化」，造成用戶設備壽限縮短以及節能商品政策效果大打折扣，亦不利於因應碳定價及淨零碳排趨勢，為推動國家永續發展，台電公司允宜積極加以檢討改進。

(一)查「配電系統三相不平衡及諧波影響研究完成報告」第7-8-4節 三相不平衡造成三相電壓不平衡分析(模擬測試饋線)，探討配電饋線「三相不平衡造成低壓側三相電壓不平衡，設計模擬配電饋線，並針對三相平衡及不平衡情境下，分析燈力併供變壓器二次側之正序電壓及負序電壓值而計算其電壓不平衡率。其中，三相負載及功因不平衡之模擬，略以：

1、調整模擬饋線之負載如圖19所示，其中三相平衡負載1800kW, PF=0.97掛接於Bus 2，三相不平衡負載則掛接於Bus 3(A相569kW, PF=1.0，B相：1012kW, PF=0.8，C相：819kW, PF=0.9)含一燈力併供變壓器(兩具100kVA配電變壓)。經執行三相潮流後，求得饋線出口三相電流分別為 $I_a=134.1 \angle 11.7^\circ \text{A}$ ， $I_b=161 \angle 144.5^\circ \text{A}$ 及 $I_c=149.1 \angle 110^\circ \text{A}$ 。

由於本饋線於Bus 3掛接三相不平衡負載，中性線電流為 $I_n=36.3 \angle 133.8^\circ \text{ A}$ 。燈力併供變壓器一次側Bus 3三相電壓分別為 $V_A=10.6 \angle 227.7^\circ$ ， $V_B=10.6 \angle 92^\circ \text{ kV}$ 及 $V_C=10.8 \angle 148.4^\circ \text{ KV}$ 。

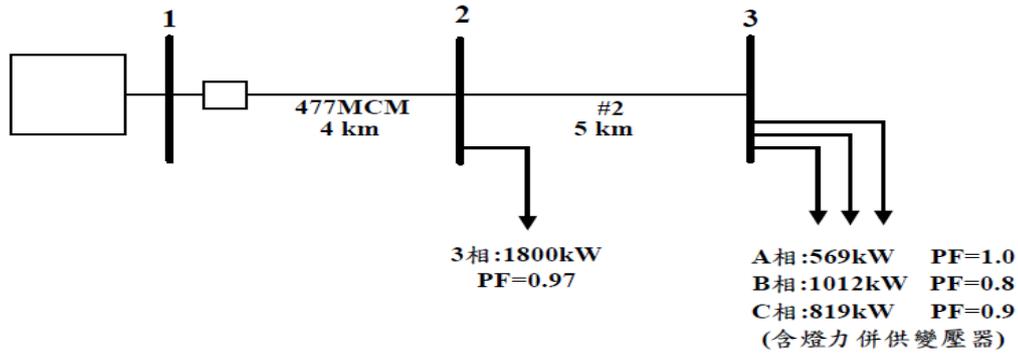


圖11 模擬配電饋線(三相負載及功因不平衡)

2、由表17結果得知，當燈力併供變壓器一次側分別掛接於(A, B)、(B, C)及(C, A)時，由於此測試系統Bus 3掛接為三相不平衡負載，其導致之二次側三相電壓不平衡率亦會有所不同(分別為0.8%、2.2%及1.5%)。將會造成掛接於(B, C)及(C, A)相之燈力併供變壓器二次側三相感應電動機額定輸出功率分別減為原額定值之93%及97%，馬達損失則會增加0.86%及0.7%¹²。

表6 燈力併供變壓器對稱分量

一次側掛接相別	V_{ab}	V_{bc}	V_{ca}	V_0	V_1	V_2	$\frac{V_2}{V_1} (\%)$	減額因數
(A, B)	$201.8 \angle 28^\circ$	$203.3 \angle -91.8^\circ$	$204.5 \angle 147.5^\circ$	$0.02 \angle -26.6^\circ$	$203.2 \angle 27.8^\circ$	$1.6 \angle -126^\circ$	0.8	1
(B, C)	$201.4 \angle -91.1^\circ$	$207.6 \angle 147.6^\circ$	$200.7 \angle 26.7^\circ$	$0.03 \angle 45^\circ$	$203.2 \angle -92.3^\circ$	$4.4 \angle 22.2^\circ$	2.2	0.93
(C, A)	$205.7 \angle 148.2^\circ$	$203.7 \angle 26.9^\circ$	$200.6 \angle -91.9^\circ$	$0.04 \angle 56.3^\circ$	$203.3 \angle 147.7^\circ$	$2.94 \angle -175.9^\circ$	1.5	0.97

¹² 第237頁

(二)次查同報告第2-9節三相不平衡對三相馬達負載之影響指出：「當三相馬達在電壓不平衡情況下運轉時，因定子電流不均勻分佈，會導致馬達須適度降載運轉，以確保馬達溫升而影響馬達運轉之安全。美國電氣製造商協會(National Electric Manufacturers Association, NEMA)對三相感應馬達運轉在三相不平衡電壓下作測試，結果如圖20及表18所示。可發現當電壓不平衡率為5%時，其額定功率將降低20%，馬達溫升會增加50%，馬達運轉損失增量為23%。」¹³

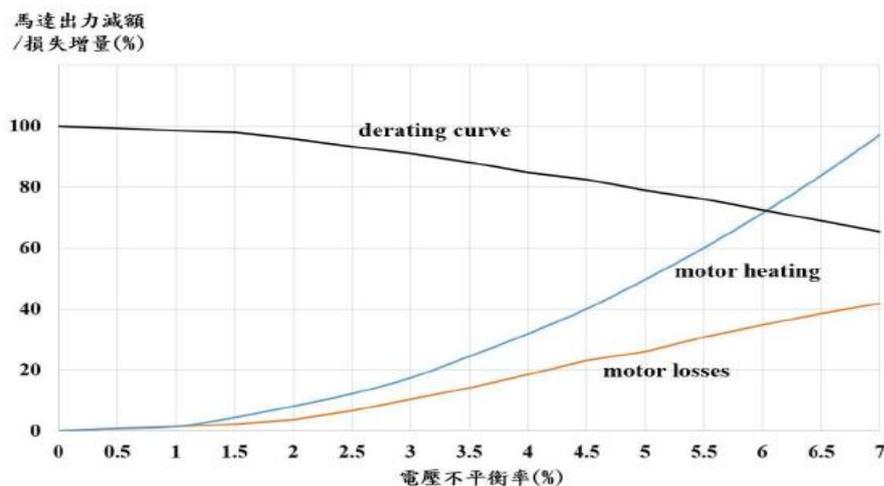


圖12 馬達出力減額(derating)及損失增量(motor loss)

表7 三相電壓不平衡率與三相馬達損失之關係

電壓不平衡率(%)	運轉效率(%)	損失率(%)	損失率增量(%)
0	91.0	9.0	0.00
1	90.4	9.6	6.67
2	90.2	9.8	8.89
3	89.9	10.1	12.22
4	89.3	10.7	18.89
5	88.7	11.3	25.56

¹³ 配電系統三相不平衡及諧波影響研究完成報告，第38頁。

(三)惟查陳謨星教授於台電公司106年6月5日、6日「電力系統不平衡改善小組」指出：「1、台電公司使用V-V接線，三相電力不平衡，以及為深入研究負載特性，使馬達效率降低，致需增建更多之電廠以供應電力，此形成電力循環。台電公司應努力解決三相不平衡並詳細瞭解用戶用電特性，以減少電力損耗。若三相系統能夠平衡，並瞭解更詳細的負載特性，馬達效能提高，電力的損耗減少了，就不需增建新電廠。2、台電公司所謂線路損失很低，是否已考慮各電壓層級之變壓器銅損及鐵損所造成的損失，惟究竟如何計算，請台電公司再檢討並說明清楚。」等語，此有會議紀錄在卷可稽。嗣該公司於106年起成立「三相不平衡改善小組」，迄110年每年召開會議，然本院函請台電公司說明「我國配電系統三相不平衡程度及影響」時，該公司111年5月18日¹⁴函稱：「有關三相電壓不平衡影響用戶馬達使用效率，依據台電公司辦理『配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究』結論，三相電壓不平衡率¹⁵1%~2%，對用戶之三相感應電動機損失約增加0.7%~0.86%，影響程度輕微，但對一般單相住宅用戶則無影響。」云云。查其所復，依台電公司事後說明，係出自「配電系統三相不平衡及諧波影響研究完成報告」三相負載及功因不平衡下之模擬結果(第237頁)，該模擬結果指出電壓不平衡率1.5%及2.2%時，三相感應電動機損失增加0.7%及0.86%。此般三相不平衡影響輕微之說法，下列因素顯未考

¹⁴ 台電公司111年5月18日電配字第1118059436函

¹⁵ 依配電系統三相不平衡及諧波影響第2.9節，電壓不平衡(%)為電壓不平衡為負序電壓量與正序電壓量之比值，如式(2.2)所示

$$\text{電壓不平衡}(\%) = \frac{\text{負序分量大小}(V_2)}{\text{正序分量大小}(V_1)} \times 100\%$$

量：

- 1、據本院調查，能源局委託台灣「電力工程技術規範資訊系統」首頁/技術新訊/電壓不平衡量測和計算¹⁶指出：「根據美國國家電氣製造商協會(NEMA)MG1-2016標準，每產生1%的電壓不平衡，就會產生6%至10%的電流不平衡¹⁷。」
- 2、The influence of voltage unbalance on NEMA motor performance¹⁸指出，電壓不平衡將產生6至10倍之不平衡電流¹⁹，導致馬達運轉於更高溫度，線圈溫度不均勻，以5hp、1,725rpm、230V、3相60Hz感應馬達為例，不平衡電壓對馬達之影響如表19：

表8 電壓不平衡對3相感應馬達之影響

特性(Characteristics)	性能(Performance)		
平均電壓	230	230	230
電壓不平衡率 ²⁰	0.3	2.3	5.4
電流不平衡率	0.4	17.7	40.0
溫升, °C	0	30	40

- 3、電壓不平衡對馬達最大之影響在於線圈溫升，依據NEMA標準，線圈溫升率與馬達額定之關係如下：

$$1 + \frac{\text{percent increase in winding temp rise}}{100} = \left(\frac{\text{percent load}}{100} \right)^{-1.7}$$

¹⁶ 資料來源：[技術新訊 \(powerinstall.org.tw\)](http://powerinstall.org.tw)

¹⁷ The National Electrical Manufacturers Association (NEMA) MG1-2016 (Motors & Generators) standard specifies that for every 1% of voltage unbalance, 6% to 10% of current unbalance will be generated.

¹⁸ 資料來源：Electrical Engineer Portal(EEP)，網址：<https://electrical-engineering-portal.com/voltage-unbalance-nema-motor-performance>，作者：Evard，Jan, 27th 2017

¹⁹ These unbalanced voltages will result in unbalanced currents on the order of 6 to 10 times the voltage unbalance.

²⁰ 依NEMA標準，電壓不平衡率定義如下：

$$\text{Percent voltage unbalance} = 100 \times \frac{\text{maximum voltage deviation from average voltage}}{\text{average voltage}}$$

其中，溫升率約等於電壓不平衡率平方的2倍，也就是說，電壓不平衡率(percent unbalance)與馬達額定減額(percent load)之關係如下：

$$1 + \frac{2(\text{percent unbalance}^2)}{100} = \left(\frac{\text{percent load}}{100}\right)^{-1.7}$$

倘電壓不平衡以5%計算，馬達必須額定減額至77%，否則線圈溫度將上升50%²¹。

(四)為進一步了解三相電壓不平衡對馬達產生負面影響，本院於111年10月20日函請中國鋼鐵股份有限公司(下稱中鋼公司)提供專業意見，該公司同年月26日函復²²如下：

- 1、針對「三相電壓不平衡對馬達產生負面影響」，中鋼公司就製程中較重要之三相馬達設備，於其電源電路前端會安裝保護裝置，例如電子式保護電驛(EOCR, Digital Electronic Over Current Relay)，以防止三相電壓不平衡對馬達的不利影響。
- 2、三相電壓不平衡對馬達造成的負面影響，評估如下：該公司評估如下，此與台電「燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響研究期末完成報告」內容相符：
 - (1) 導致效率降低。
 - (2) 導致過載、溫升，而致燒毀。
 - (3) 導致異常震動而損壞。
- 3、保護裝置：

²¹ 資料來源：Derating of Induction Operating with a Combination of Unbalanced Voltages and Over- or Undervoltages, P. Pillay, P. Hofmann, 0-7803-6672-7/01/\$10.00 © 2001 IEEE P1368.

²² 中國鋼鐵股份有限公司111年10月26日中鋼Y6字第11100017040號函

- (1) 名稱：電子式保護電驛(EOCR)
- (2) 原理：馬達饋電線路上，藉由比流器(CT)將偵測之電流引入保護電驛裝置；若該裝置之內部電子電路檢知因三相電壓不平衡所造成之三相電流不平衡時，則輸出接點來控制跳脫馬達的電源電路²³。
- (3) 功能：檢測馬達運轉之過電流、低電流、欠相、逆相、轉子鎖死及電流不平衡，並於馬達異常前跳脫電源，防止馬達損壞。

4、建置成本：

- (1) 材料費用：電子式保護電驛與比流器8,000元。
- (2) 安裝費用：120元。
- (3) 成本共計：8,120元。

5、效益：

- (1) 避免馬達低效率運轉，達到節能效果。
- (2) 減少馬達故障，延長馬達壽命，降低馬達維修成本。

據上，依中鋼公司111年10月26日函，顯示三相馬達用戶確實需要因應台電供電品質，而加裝電子式保護電驛，且該等措施僅限於對台電供電品質有所認知之用戶，其他三相馬達用戶倘未加裝，顯將折損其設備壽命。

- (五) 綜上，台電公司依委託研究報告第7-8-4節(第237頁)三相負載及功因不平衡情形下之模擬結果：「於三相不平衡負載下，掛接於同一匯流排之燈力併供變壓器二次側三相電壓不平衡率亦會有所不同(分別為0.8%、2.2%及1.5%)，造成感應電動機(掛接於

²³ 假設三相負載平衡。

燈力併供變壓器二次側)額定輸出功率分別減為額定之93%及97%，馬達損失則會增加0.86%及0.7%」等語，說明電壓不平衡對馬達損失影響輕微，卻全未考量說明電壓不平衡對馬達溫升、額定減損之影響，顯示台電公司對電壓不平衡率之影響避重就輕，甚或欠缺全般認識。

五、三相電壓不平率定義，可分真定義、NEMA(美國國家電氣製造商協會)定義及IEEE(電機電子工程師學會)定義等多種，惟我國「電業供電電壓及頻率標準」及台電公司所訂定「配電系統饋線三相不平衡改善執行措施」，迄未律定三相電壓不平衡率，後者，亦未說明闡明降低中性電流對三相電壓不平衡率之改善效果，允宜檢討。

(一)查三相不平衡定義²⁴，主要分為「真定義」(True Definition)、「NEMA²⁵定義」及「IEEE²⁶定義」三種，如表19。其中，「真定義」係指負序電壓分量與正序電壓分量之比值(%VUF²⁷)，惟其無法透過實測直接獲得，故實務上經常使用量測線電壓不平衡率(%LVUR)之「NEMA定義」及量測相電壓不平衡率(%PVUR)之「IEEE定義」，以趨近「真定義」。ANSI建議電壓不平衡率在3%以下(無載)²⁸。

²⁴ Definition of Voltage Unbalance, IEEE Power Engineering Review, May 2001, 第50頁，作者:P.Pillay及.Manyage(citation)

²⁵ National Electrical Manufacturers Association, 美國電器製造商協會。

²⁶ Institute of Electrical and Electronics Engineers, 電機電子工程師學會。

²⁷ The percentage voltage unbalance factor(%VUF)

²⁸ Electric supply systems should be designed and operated to limit the maximum voltage unbalance to 3 percent when measured at the electric-utility revenue meter under no-load conditions.

資料來源: American National Standard for Electric Power Systems and Equipment—Voltage Ratings (60 Hertz), ANSI C84.1-2006, 第9頁

表9 電壓不平衡定義

定義	公式
真定義	$\% VUF = \frac{\text{negative sequence voltage component}}{\text{positive sequence voltage component}} \cdot 100.$
NEMA 定義	$\%LVUR = \frac{\text{max voltage deviation from the avg line voltage}}{\text{avg line voltage}} \cdot 100.$
IEEE 定義	$\%PVUR = \frac{\text{max voltage deviation from the avg phase voltage}}{\text{avg phase voltage}} \cdot 100.$

(二)次查在不同之的電壓不平衡率下,「真定義」及「NEMA 定義」並非線性關係,對此,P.Pillay及M. Manyage 將其關係整理如圖23(虛線表近似式²⁹計算結果)或表20,顯示電壓不平衡率越高,「NEMA定義」測得之線電壓不平衡率(%LVUR)將越低估真定義之不平衡率(%VUF),近似式與真定義差異越大。

表10 不同定義電壓不平衡率之關係(以NAME定義2%、5%、10%及20%為例)

Table 1. Range of voltage unbalance		
NEMA	True definition	Approximation formula
%	%	%
2	2 - 2.3	2 - 2.3
5	5 - 5.8	5 - 5.8
10	10.3 - 11.6	10 - 11.6
20	21 - 23.8	20 - 23.2

$$\% \text{ voltage unbalance} = \frac{82 \cdot \sqrt{V_{abe}^2 + V_{bce}^2 + V_{cae}^2}}{\text{avg line voltage}}$$

29

其中, V_{abe} 表線電壓 V_{ab} 與平均線電壓之差值

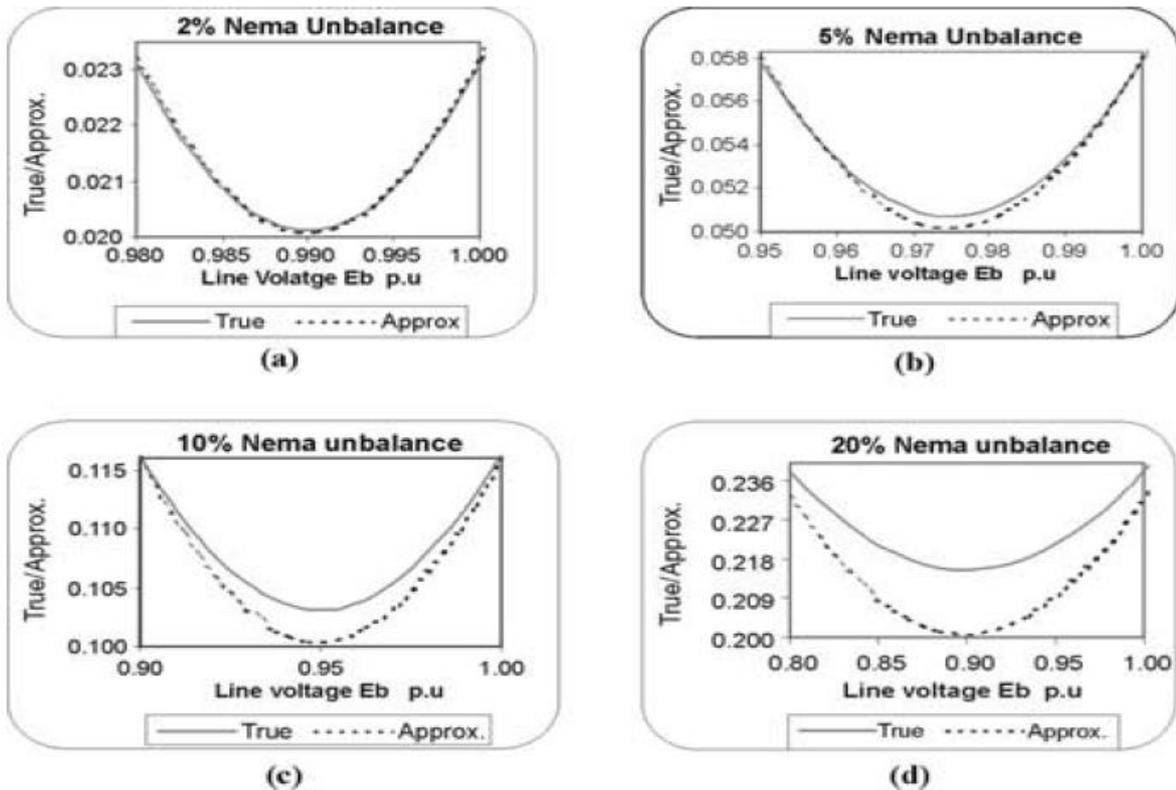


圖13 不同定義電壓不平衡率之關係(以NAME定義2%、5%、10%及20%為例)

(三)惟查我國「電業供電電壓及頻率標準」第4條規定：

「交流電之電壓，應以各輸電線或配電之標稱電壓為標準，其供電方式如下：…(第1項)，前項供電電壓變動率之高低以不超過下列百分數為限：一、電燈電壓：百分之五。二、電力及電熱之電壓：百分之十。三、電燈、電力、電熱混合線路：百分之五。(第2項)」其中，供電電壓變動率為百分之十者僅電力及電熱之電壓。所稱電壓變動率，與美國國家標準(ANSI)定義之三相電壓不平衡率³⁰不同。按三相電壓不平衡率達5%時，三相感應電機線圈溫度將大幅上升，且額定大幅減低(圖20參照)，經濟部允宜參照國際法規，訂定三相不平衡有關規範。

$$\text{Percent voltage unbalance} = 100 \times \frac{(\text{max. deviation from average } V)}{(\text{Average Voltage})}$$

³⁰

再者，台電公司配電處為降低線路損失及三相電壓不平衡率，於110年6月30日訂定「配電系統饋線三相不平衡改善執行措施」。該措施三之一規定(一)配電處及各區營業處應各自成立三相不平衡改善專案小組(下稱專案小組)，專案小組召集人由單位副主管擔任。第四點律定三相不平衡調整原則，要求各區處初始以109年 I_n 曾大於100A之1,575條饋線進行改善，並視饋線情況排定改善先後順序(I_n 較高或者平均電流較高者為優先)，後續則每年滾動檢討轄區內 $I_n > 100A$ 饋線進行改善。然該措施以降低中性電流為手段，以改善三相電壓不平衡率，惟未說明三相電壓不平衡率之定義，以及降低中性電流對三相電壓不平衡率之影響程度，本院111年7月28日諮詢陳在相教授，明確指出：「不平衡的定義究竟為何?要用零序正序負序來算，才是比較精準的」、「大家討論不平衡率多少，事實上不平衡率的定義有很多種，各種不平衡率定義所能表達的物理意義並不相同，是以在探討不平衡或其產生的問題之前，應先釐清或指明所使用的是哪一種定義。」顯見台電公司於訂定電壓不平衡規範前，應先釐清其定義，俾便遵循。

參、處理辦法：

- 一、調查意見一至三，提案糾正台電公司。
- 二、抄調查意見四至五，函請台電公司確實檢討改進見復。
- 三、抄調查意見及處理辦法，函請審計部依法處理。
- 四、調查報告之案由、調查意見及處理辦法上網公布。

調查委員：田秋堃

趙永清

中 華 民 國 1 1 2 年 1 月 4 日