

## 調 查 報 告

壹、案由：據報載，國內變電箱爆炸起火事故頻繁，不僅傷及無辜，且影響周邊電力供應；究主管機關對於國內變電箱設置地點之規劃是否完善？相關維護配套措施是否周延？均有深入瞭解之必要乙案。

貳、調查意見：

本案臺灣電力股份有限公司（下稱臺電公司）之各式配電變壓器達 124 萬 5 千餘具（配電變壓器係將高壓電力降為低壓後，經由低壓線路供給用戶電力，其高壓側之端電壓可達 3.3 至 22.8 千伏特、低壓側則為 110 至 440 伏特；而設於變電所內 69、161、345 千伏特之 1 千 7 百餘具大型電力變壓器，則非本案調查範疇），然因部分配電變壓器（下皆稱變壓器）裝設位置不當，致生民怨，或意外事故頻傳，影響民眾生命財產之安全，尤以設於都會區之變壓器，更應檢討裝設地點是否合宜，並注意防範意外事故之發生。案經本院調閱臺電公司相關卷證資料，並於民國(下同)100 年 10 月 20 日約詢該公司相關人員後，爰已調查竣事。茲將調查意見臚陳如下：

一、臺電公司桿上及亭置式等變壓器之裝置地點與民宅等設施之間隔距離，並未明確規範，致部分變壓器因裝設位置不當，而生民怨及屢有民眾陳情事件，或因意外事故損及民眾生命財產等情事，應予檢討改進。

(一)按 77 年 2 月 8 日經濟部修正發布之「屋外供電線路裝置規則」第 31 條之表 3 規定，750 伏特至 8,700 伏特之架空電線，距房屋、煙囪、樓梯間及水槽之水平間隔，應保持 1.5 公尺以上，導線使用相當於電纜之絕緣導線，其間隔可減半。又交通部「公路

用地使用規則」第 16 條規定，變電設備應設於路肩外側邊緣處或分隔島上，其在彎道路段者，應設於彎道外側路肩邊緣處；如有人行道者，應設於人行道緣石邊緣處。

- (二) 本案臺電公司所設之各式變壓器，係必要之公共設施，其總數達 124 萬 5 千餘具，包含設置於地面、配電室、路面下之亭置式及地下式變壓器，以及裝設於電桿上之桿上變壓器。查臺電公司亭置式變壓器設置處所之選定，依該公司「配電手冊(一)規劃設計篇」第二章第二節 2-2(變壓器裝置設計) 第 1 點(亭置式變壓器設施原則)之(1)規定：「1. 公共設施帶；2. 人行道、公園綠地、學校退縮地、分隔島等有適當之公共空間；3. 用戶有留設之配電場所；4. 儘量設置對行人或道路交通影響最少之處所；5. 應設置於對鄰近住戶妨礙最小之處所；6. 設置於對道路景觀影響最少之處所；7. 設置之處所應距離路口至少 10 公尺以上或依道路主管機關規定辦理；8. 設置位置不得有妨礙設備運轉操作之障礙。」而桿上變壓器之相關規範僅有「臺電公司配電手冊(一)規劃設計篇」第二章第一節之規定，架空線路穿越或接近樹林地區、易受外物碰觸或鄰近房屋地區、鹽塵害地區等，以裝設密封型桿上變壓器為原則，其餘地區採普通型或改良型桿上變壓器。另變壓器之裝設地點，亦須考量電壓降之問題，臺電公司「地下配電線路設計」第二章 2.2 節規定，低壓線及接戶線合計之電壓降，不得超過 4%；爰該公司評估變壓器距離用戶以 65 公尺以內最為適當，最遠距離約為 100 公尺(視末端負載大小)。惟上述規定對於變壓器與民宅或其他相關設施之間隔距離，並未有所明確規範。

(三)查臺電公司自 60 年起，為配合都市計畫、提高供電可靠度及降低感電事故，即開始推動架空線路地下化，並採購使用亭置式及地下式變壓器（地下變壓器自 62 年起陸續購置後，因現場環境及維修困難等因素，目前僅少量採購，以提供維護汰換使用，總數僅有 1,927 具），且陸續將桿上變壓器拆除改為亭置式變壓器，故亭置式變壓器已廣泛使用於地面及地下室之配電場所，其數量高達 44 萬 6 千餘具；然於無公共設施帶之情況下，地面上之 18 萬 2 千餘具亭置式變壓器，多須設於人行道、公園綠地、學校退縮地、分隔島等公共空間，倘地面上空間狹小，則置於高度約 4 公尺之鋼材構架上。除亭置式變壓器外，另桿上變壓器更高達 79 萬 7 千餘具，因該等變壓器皆具鄰避效應，民眾對於即將設置或既設於道路旁或居家前之亭置式或桿上變壓器，屢屢陳情要求遷移。臺電公司表示：「變壓器設置或遷移地點難覓，其與民宅間，並無水平或垂直距離之規定。都會公告地下配電區，以裝置亭置式變壓器為考量原則，由於多數道路均未留設公共設施帶，故多數均置於道路兩旁建物前方，為免占用住戶出入空間，一般均安裝於兩戶間之樑柱前方；若巷道狹小無處放置地面，則採桿上變壓器。又亭置式變壓器外部為未帶電之金屬外殼，設備內部已有效接地，故與民宅或其他設施間尚無間隔距離之規定；至於桿上變壓器如有裸露部分（如與導線接續處），均依其裸露之電壓等級，依屋外供電線路裝置規則第 31 條之規定，與民宅或其他設施維持一定之距離。」臺電公司於本院約詢時復稱：「變壓器與民宅距離並無規定，但可評估訂定內規；為求慎重，除將持續蒐集國內外資料與意見外，

另將委託外界專家學者進行研究（約 1 年 6 個月），研究期間亦將邀請主管機關經濟部能源局共同參與檢討與民宅距離之相關規範。有妨礙民宅出入之變壓器，就會免費遷移，有些舊社區並無人行道，又在無法克服電壓降之情形下，變壓器之遷移位置很難找。」

- (四) 綜上，電力負載集中地區，通常為人口稠密及用電量高之都會區，變壓器設置數量亦相對較多，而變壓器係屬鄰避設施，雖可為廣大民眾帶來供電利益，卻須由裝置處所之鄰近居民，承受其電磁波隱憂、景觀妨礙、通行不便、意外事故等危害。臺電公司亭置式變壓器有 44 萬 6 千餘具，連同桿上變壓器 79 萬 7 千餘具，總數高達 124 萬 3 千餘具，然都會區道路兩側之路緣與民宅建物間，並無太大空間，該等變壓器在無公共設施帶之情形下，裝置地點往往過於接近民宅等相關設施。因而，原設於電桿上靠近用戶側之桿上變壓器，應逐步改設於靠道路側，至於靠近民眾窗戶者，宜伺機遷移改裝於靠道路側，亭置式變壓器則可配合現場轉向設置，以增加行人通行空間。而新設變壓器則多數遷就裝置於既有道路之邊緣，其位置選定除須徵得當地主管機關、鄰近住戶或里長同意外，尚須考量線路損失、電壓降及電桿強度等技術問題，惟目前桿上變壓器對其帶電裸露部位，以其裸露部位之電壓與建築物，維持符合經濟部頒布之「屋外供電線路裝置規則」規定之距離，以及除該公司配電手冊籠統規範亭置式變壓以設置於公共空間、儘量對行人或道路交通影響最少、對鄰近住戶妨礙最小、對道路景觀影響最少等為原則，易受外物碰觸或鄰近房屋地區以裝設密封型桿上變壓器為原則外，其他相關規定

對於變壓器與民宅或其他設施之間隔距離，並未有所規範。臺電公司除應持續溝通及建議地方政府規劃公共設施帶及實施地下共同管道外，對於變壓器裝置位置宜再檢討並明確規範，以避免裝設地點距民宅過近，致屢有民眾陳情或意外事故損及民眾生命財產等情事。

二、臺電公司所裝置之普通型桿上變壓器數量達 43 萬餘具，占所有桿上變壓器之 54%，惟其 6,900 伏特高壓側之帶電部位裸露，應予逐步予以改善，以防感電並引發停電之事故發生。

(一)查臺電公司之配電線路採用架空與地下配電兩種，地下配電較架空配電之成本高出 4 至 8 倍，地下配電主要用於負載較重之都會區中，除改善都市景觀外，亦可降低感電事故，而負載較輕之城市或以外地區，仍以架空配電方式為主。臺電公司對於架空配電線路皆採用桿上變壓器，其一次高壓側之電壓為 6,900 伏特，將電壓降至 110 伏特或 220 伏特後，供電予用戶使用；目前桿上變壓器之裝置數量已達 79 萬 7 千餘具，又可分為普通型、改良型及密封型等類型。

(二)次查臺電公司自成立以來(開業日期：35 年 5 月 1 日)，即使用普通型桿上變壓器，該型變壓器雖構造簡單及成本較低，惟保護開關外裝、一次高壓側帶電體裸露(電線外皮未具高電壓絕緣能力，故仍視同裸線)，皆為高電壓設施，該公司於 90 年 3 月 15 日最後一批採購後，即不再選用，由於歷經多年之採購使用，既有之普通型桿上變壓器數量，仍高達 43 萬 1 千餘具。自 72 年起，臺電公司開發改良型桿上變壓器，其外殼裝設套管井，使得一次側之高電壓電源，得以採絕緣電纜連接，藉以改善普通

型桿上變壓器一次側帶電體裸露現象，以減少外物碰觸而生感電或停電情事，惟其保護開關及避雷器仍裝設於變壓器外，目前改良型桿上變壓器已裝置 8 萬 6 千餘具，主要用於普通型桿上變壓器裸露之高電壓側帶電體與建築物間，無法保持符合「屋外供電線路裝置規則」規定間隔距離之處所。又臺電公司於 81 年 9 月 5 日首次採購密封型桿上變壓器，經試用後情形良好，雖成本較高，惟一次側開關及避雷器已改設於變壓器桶內，爰該公司自 85 年起逐漸增加採購數量，近幾年平均每年採購約 2.5 萬具，目前裝置數量已近 28 萬具，主要用於架空線路穿越或接近樹林、易受外物碰觸或鄰近房屋、鹽塵害等地區；因此該公司自 85 年起，即未再採購改良型桿上變壓器（最後一批採購日期為 84 年 11 月 16 日），然因密封型桿上變壓器成本較高，於距民宅較遠之處，該公司考量將繼續採購使用改良型桿上變壓器，目前材料規範仍修訂中。

- (三) 綜上，臺電公司所裝置之普通型桿上變壓器數量達 43 萬餘具，占所有 79 萬 7 千餘具桿上變壓器達 54% 之多，然其保護開關外裝、一次側電源外露，皆屬 6,900 伏特之高電壓設施，若受外物碰觸，即會造成嚴重之感電事故。據「臺電公司配電手冊(一)規劃設計篇」規定，架空線路穿越或接近樹林地區、易受外物碰觸或鄰近房屋地區、鹽塵害地區等，以裝設密封型桿上變壓器為原則，其餘地區採普通型或改良型桿上變壓器；雖普通型桿上變壓器於 90 年 3 月 15 日最後一批採購後，即不再選用，日後改以採購密封型桿上變壓器為主，惟早期普通型桿上變壓器選用數量極多，不乏裝置於人口稠密之處，應予逐步改善，俾降低外物或民眾之碰觸機會，

又臺電公司亦將考量繼續採購使用改良型桿上變壓器於非人口稠密處，惟其保護開關及避雷器仍裸露於變壓器外，故仍應訂定相關裝設及材料等規範，以避免感電及所引發之停電事故。

三、臺電公司近年所發生之變壓器事故，仍有屬人為操作疏失及製造品質不良等情事，應予徹底檢討改進，以減少事故發生；且應再確實統計變壓器所屬製造廠商之產品良率，以作為評鑑廠商後續投標資格之依據，俾利提昇設備品質。

(一)查臺電公司近 5 年所發生之變壓器事故，總計達 7,081 件，包括：品質不良（內部元件絕緣破壞或其他製造瑕疵）2,132 件、外力碰擊（招牌、樹木、鳥獸、施工器械等外物碰觸及車輛撞擊）216 件、人為疏失（調度操作失當、施工不慎）21 件、天然災害（雷擊、鹽塵害、颱風、地震）2,202 件及其他原因（自然劣化、負荷超載、火災、用戶設備不良、浸水、支持物不良、失竊、原因不明等）2,510 件。又臺電公司對於變壓器事故之賠償標準，係依該公司「線路設施或產品因意外事故致他人受損害之賠償處理流程」辦理，若檢討發生原因為該公司之責任，且無法引用工程保險完全理賠時，則由該公司之事故權責單位與受損用戶(人)進行調解，並完成賠償及和解（每案賠償金額未滿 10 萬元者，憑協議書辦理賠償，並授權單位主管核定；而 10 萬元以上者，須經地方政府協調會勘或經法院判決確定賠償金額）。

(二)次查近 5 年臺電公司之變壓器故障事件中，因而導致賠償者，計有 26 件，其中 2 件事務係屬人為疏失，其他 24 件則為：雷擊 6 件、製造品質不良 17 件、外物碰觸或車輛撞擊 1 件，致民眾受傷及機車

、遮雨棚、家電等財物損傷，總賠償金額為 1 千 1 百餘萬元。其中 97 年 7 月 5 日苗栗市豐年路及 98 年 8 月 3 日臺北市杭州南路之兩件屬人為疏失之變壓器事故中，前者因臺電公司施工人員於修復變壓器漏油時，將分接頭錯置，造成電壓異常而損及用戶器具，該公司賠償民眾損失 121,351 元，調度員及領班因處理過程失當，各予申誡 2 次之處分；後者則為運轉中之變壓器發生漏油，保護開關因而跳脫故障迴路，調度員卻未依規定迅速隔離事故點，反而進行多次試送電，造成已故障之變壓器爆裂，致須賠償鄰近店家受損金額達 1,028 萬元（臺電公司負擔 489 萬元，製造商華城電機股份有限公司負擔 539 萬元），調度員已予申誡 1 次之處分，並撤銷調度員資格、調離現職及賠償 2 個月薪資 185,598 元。又 99 年 10 月 19 日高雄市茄苳區之變壓器事故，係變壓器內部材質品質不良，致絕緣油劣化，引發大量電弧造成絕緣油高溫氣化，而使油氣大量噴出，屬製造品質不良之事故，臺電公司計賠償民眾損失 5,254,945 元。臺北市杭州南路及高雄市茄苳區兩件變壓器事故之賠償金額，即占總賠償金額約 9 成，臺電公司表示：變壓器故障事故皆與受害民眾達成和解及賠償其損傷，並無未結案件。

(三)再查臺電公司各類變壓器於保固期內，若發生產品異常情事，製造廠商除更換新品外，並須負擔設備拆裝費用，情節重大者，得暫停其選擇性招標之合格廠商資格，或依政府採購法提報不良廠商。然 96 年至 100 年 9 月之間，臺電公司採購之變壓器中，因廠商製造品質不良而故障者，計有 2,132 件，各年之故障件數分別為：482、461、418、382、389 件，臺電公司雖稱：「對於變壓器驗收不合格或於



保固期間發生異常之材料，或使用年限內發生不良情形時，均輸入材料及設備回饋資訊系統，以瞭解各製造廠商之供料品質，俾作為評鑑廠商後續投標資格取得與否之重要依據，防制不當競標，期能提昇電力系統器材品質。」惟臺電公司平時並未統計及分析該等因品質不良而故障之變壓器所屬製造廠商與故障原因究竟為何，經本案調查委員要求統計相關數據後，始能提出歷年各變壓器製造廠商之故障數(分子)，然因無各該製造廠商之生產數(分母)，故仍無法確實計算各製造廠商所產製變壓器之良率。

(四)綜上，臺電公司近5年所發生之變壓器事故達7,081件，包含品質不良2,132件及人為疏失21件，其中26件須賠償民眾損失，總賠償金額已達1千1百餘萬元，該等屬人為操作疏失之情事，應予徹底檢討改進，以減少事故之發生，俾保障民眾生命財產之安全；又臺電公司除加強有關操作人員之教育訓練外，應再精進變壓器之設計規範、製造過程及成品驗收之查驗機制與適時檢討汰換老舊變壓器，以降低變壓器發生品質不良之情事，並可加重罰則及延長保固期，且應再確實統計變壓器所屬製造廠商之產品良率，建立使用單位之材料及設備回饋資訊系統，以瞭解各製造商之供料品質，並作為評鑑廠商後續投標資格之依據，俾利提昇設備品質。

四、臺電公司除未妥當歸納分析歷年民眾之相關陳情資料外，且近2年變壓器之陳訴案件，仍有居高不下之趨勢，又以變壓器裝設位置不當之陳情比例最高，皆應檢討改進及妥適處置，以重視民情及紓解民怨。

(一)查臺電公司於98年(含)之前，並未歸納分析民眾之相關陳情資料，故僅能提出近2年有關變壓器陳

訴案件之統計資料，99 年之陳情案件計有 157 件，100 年 1 月至 9 月則有 116 件，該等變壓器陳情案件，以電磁場疑慮及設置(遷移)地點之鄰避效應為主，其陳情態樣如下：

陳情原因	99 年	100 年 1~9 月	合計	占比 (%)
設置(遷移)	137	111	248	90.8
電磁場	20	5	25	9.2
合計	157	116	273	100

(二)次查 100 年 1 月至 9 月間，有關臺電公司變壓器之民眾陳情案件計有 128 件(含電力變壓器 12 件)，相較 99 年之 160 件(含電力變壓器 3 件)，仍有居高不下之趨勢。經臺電公司檢討近年有關配電線路之民眾陳情案件，其類別包含：心理因素(擔心電磁波影響健康及安全)、占用私人土地及妨礙景觀(風水、觀瞻、房價下跌)、妨礙工程(房屋建築、公共工程)、妨礙出入(房舍進出、占用人行道)等情。然該時期之陳情態樣中，以民眾不滿變壓器之裝設位置 116 件(含電力變壓器 5 件)最多，占總陳情案之 90.63%，顯然民眾對於變壓器所設位置過近於居所最為在意。臺電公司則表示：若民眾不願意接受設置位置離居家太近，在配電技術(如電壓降、容量等)可行之下，可尋求公園綠地等公共土地，且對民眾影響較小之地點設置，並徵得主管機關同意後辦理設置或遷移。

(三)再查臺電公司近 5 年線路變更設置(遷移)之申請案，計有 116,880 件(民眾申請案件 90,431 件、政府機關或大眾運輸單位申請案件 26,449 件)，申請案件以興辦或改善公共設施、改善道路工程、妨礙建築與使用等因素為多，其中已取消 27,571 件(自

行取消、無適當地點或技術上不可行等)、已竣工 83,998 件、未竣工 5,311 件，已完成遷移之比例為 72%。又近 2 年臺電公司因民眾陳情變壓器設置位置不當或電磁場等情(99 年 137 件、100 年 1 至 9 月底 111 件，之前該公司並未針對變壓器遷移案件進行統計)，而完成遷移者僅 34 件，其線路變更設置費用，須依該公司營業規則第八章之線路變更設置費等規定辦理計費(線路變更設置費=新建線路所需工程費-拆回材料價值)，若線路變更設置費為負值，或因配合道路工程、市地重劃或區段徵收、妨礙交通或農業機械操作、與建築物間隔不符「屋外供電線路裝置規則」之規定、土地所有人須利用土地、配合打通騎樓或改建房屋或裝潢需要等情時，則免費遷移。臺電公司表示：98 年之前，並未僅對變壓器之陳情案件加以分析歸類，惟其陳情態樣與 99、100 年相同；而近 5 年變壓器並無因安全因素而遷移之案例，多因市容景觀、民眾恐慌電磁場等心理因素，而陳情要求遷移。

(四)綜上，臺電公司於 98 年(含)之前，並未分析歸類民眾之相關陳情資料，99 年 1 月至 100 年 9 月計有 288 件有關變壓器(含電力變壓器 15 件)之民眾陳情案件，且陳情案似有增加之趨勢，其中民眾認為該公司變壓器裝設位置不當之陳情比例最高，惟近 2 年該公司配合完成遷移者，僅有 34 件。民眾對於新設或既設變壓器位置陳情時，臺電公司除應說明供電設備設置之必要性、依據與規則、設備檢點及維護機制外，若因電桿或配電場所周邊環境變動，致變壓器位置影響人車通行時，應積極取得附近居民共識及在供電安全無虞下，予以遷移；另民眾對變壓器電磁場有所疑慮時，除儘量加大與民眾活動

距離及配合量測電磁場數值與說明電磁場管制標準外，並應善用各種溝通及宣導管道，以釋民心；而對發生變壓器事故者，除派員拜訪並說明故障原因及防止再發生之對策外，更應善盡賠償責任。臺電公司對於民眾陳情案件之處置，應予檢討改進及妥適處置，以重視民情及紓解民怨。

五、臺電公司採購之變壓器於撥配各區營業處管理後，因受限於人力、經費及變壓器數量龐雜等現況下，對於變壓器之維護巡檢機制，仍有改善空間，以能預先防範故障事故之發生。

(一)查臺電公司由材料處負責採購變壓器，經驗收合格後，即撥交各區營業處使用(列帳)，其後續之維修、保養、報廢之權責單位，亦為各區營業處。相關變壓器幾乎全為油浸式變壓器，內部以絕緣油絕緣，絕緣油易因天然災害(如近 5 年之雷擊事件，計達 2,102 件)、故障電流通過、溫升、濕氣、老化等因素而發生劣化，並導致絕緣破壞或溫升，而造成事故發生；然可藉由量測變壓器之負載電流或外殼溫度，預知其運轉異狀，該公司各區營業處可在影響用戶之最小範圍下，以不停電方式改善異狀，或停電汰換不良變壓器。惟桿上變壓器因設置較高而施工困難、距高壓導線較近、現場開蓋易使水氣侵入及維修造成停電時間較長等因素，且由於無絕緣油取樣口之設計，故無法於供電運轉中進行絕緣油抽測，臺電公司僅能將變壓器拆回檢修，再對絕緣油加以檢查並試驗，以確保絕緣油之品質。

(二)次查臺電公司每年對變壓器進行 2 次線路巡視(以不停電由變壓器外表查察為原則)及 1 次設備檢點(必要時配合停電機會辦理配電線路之檢點)，若發現變壓器異常，則通報有關部門處理，另藉由示

溫貼紙（為不可逆式，當變壓器故障或超載運轉，而使絕緣油溫度上升時，貼於變壓器外殼之示溫貼紙將隨之變色，惟若絕緣油溫度下降冷卻後，示溫貼紙顏色並不會回復）、紅外線測溫計、紅外線攝錄影像熱分析儀等儀器，重點量測夜市、市場等人口密集處之變壓器外殼溫度，或輔以伏安計量測變壓器負載電流，以得知變壓器負載電流是否超過負荷或有高溫等異狀，俾利及早防範事故。另臺電公司於 95 年至 99 年間，相關變壓器平均每年之檢修保養費用約為 6,500 萬元（未含變壓器汰換費用 8,500 萬元），平均每年拆回約 7.6 萬具變壓器進行檢修保養。

（三）綜上，由於變壓器內部絕緣油劣化或元件瑕疵，難以由外觀判斷，臺電公司除在製造過程中，加強查驗及進行絕緣油特性試驗外，變壓器於裝置現場使用後，除非特別拆回檢測其絕緣油特性，僅能藉由每年 2 次線路巡視及 1 次設備檢點，以及示溫貼紙、紅外線量測等方式，察覺變壓器發生異常。惟臺電公司變壓器總數達 124 萬 5 千餘具，其中尤以 79 萬 7 千餘具桿上變壓器，更難以現場檢測；除該公司自辦之線路巡視及設備檢點費用外，平均每年變壓器之檢修保養費用約為 6,500 萬元，平均每具變壓器可分配之費用僅為 52 元，若以拆回檢修數計算，平均每具則約為 860 元；因此，臺電公司採購之變壓器，撥配使用單位各區營業處管理後，因受限於人力、經費及變壓器數量龐雜等現況下，其維護巡檢機制，仍有改進空間，以能預先防範故障事故之發生。

調查委員：程仁宏

陳永祥

中 華 民 國 1 0 0 年 1 2 月 7 日