

# 環境中極低頻電場與磁場檢測方法

中華民國 106 年 2 月 3 日環署檢字第 1060008518 號公告

自中華民國 106 年 5 月 15 日生效

NIEA P202.93C

## 一、方法概要

使用符合 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) Std 644 標準之儀表，量測 60 赫茲(Hz)輸配電線路等附近任一定點及瞬間所產生的極低頻(ELF)電場與磁場的均方根強度。

## 二、適用範圍

本方法適用於 60 赫茲(Hz)架空輸配電線路附近空曠地區與鐵路、大眾捷運系統、輕軌運輸系統之場站周圍、候車亭、站台式變壓器、地下輸配電線路人(手)孔等之周圍的電場與磁場環境量測。亦適用於沿建築物外側經過或由屋頂跨越等架空高壓線路、變電所、落地型變壓器等周圍的電場與磁場環境量測。量測儀表若具定時自動取樣與資料儲存功能時，本方法亦可作為定點電磁場強度監測之用。

## 三、干擾

- (一) 環境溫度與濕度會影響儀表準確度，必要時使用者可依量測時溫度與濕度對儀表讀值作適當的修正。
- (二) 地形地物對量測可行性與準確性可能造成影響。
- (三) 地面上的植物被覆會影響電場的強度；其影響程度視其水分含量與離感測器的距離而定。

## 四、儀器與設備

- (一) 電場量測儀器：須符合 IEEE Std 644 標準，具單一方向之電場感測，並以類比或數位輸出均方根值之自由導體型儀表(Free-body meter)。
- (二) 磁場量測儀器：具可同時量測磁通量密度向量於三個正交軸向之分量及其合成值之三軸式等向性感測器，並以類比或數位方式顯示均方根值量測功能之感測器（註 1）。
- (三) 電場量測儀器連接棒：具有絕緣功能。
- (四) 窄頻(Narrowband)量測或頻譜分析儀器（選擇性）：具有分離個別頻率之場強成分窄頻量測或頻譜分析功能。
- (五) 高電阻線或光纖：具抗電磁干擾，感測器與讀值顯示裝置之間之信號傳輸。
- (六) 感測器支撐裝置或握把：具絕緣性、低漏電性之材質。

(七) 監測儀器：監測數據自動儲存且取樣時距須不超過 10 秒。

## 五、測量方法

(一) 每一空間量測點之最小取樣間隔應大於儀表所需之穩定時間，但以不超過 10 秒為原則。

(二) 電場感測器與量測人員至少須維持 2.5 公尺以上之距離。

(三) 電場、磁場感應器量測角度（垂直、水平或傾斜）除依據原廠技術手冊之規定操作外，並應符合下列規範：

### 1. 線路跨越空曠地區之量測

(1) 除非地形有所限制，一般先量測橫向分布後再進行縱向分布之量測。

(2) 量測範圍為任一特定的跨距之間。

(3) 量測點離地面或地板高度以 1 公尺為原則，最高不超過 2 公尺。

(4) 橫向分布之量測，應於跨距之間任一特定的縱向距離處沿線路之左右兩側量測。

(5) 線路下方若為平坦的地面時，橫向分布可於導線離地面最近之跨距中點處進行。

(6) 最遠量測點離線路任一側迴路最外側導線之橫向距離須小於 30 公尺（註 2）。

(7) 縱向分布量測路徑與線路之橫向距離，以橫向分布所測得之最大場強發生的橫向距離為主，惟亦應考慮地形地物對量測可行性與準確性的可能影響。

(8) 線路較低時，和（或）線路下方及側向距離較近處，場強橫向分布變化較大，取樣間隔應小於 1 公尺，線路較高和（或）側向距離較遠處（註 3），取樣間隔亦須小於 2 公尺。

(9) 地面呈現顯著的高低起伏時，場強的橫向和（或）縱向分布亦會隨之改變，取樣間隔應隨地形調整（間隔 1 至 2 公尺）。

(10) 量測電場時，感測器與線路下方與非永久性物體（如車輛）的水平間隔應大於該物體高度之 3 倍，與永久性物體（如各種建築物以及樹木等）之水平間隔應大於 1 公尺，與量測人員之水平間隔則應大於 2 公尺，且量測人員應處於場強較弱的一方（註 4）。

- (11) 量測磁場時，可以手持儀器進行量測。量測區域若存在有含導磁性物體（如各種鐵製品或結構）或大型的非導磁性金屬物體（如鋁製品）時，量測點距離該物體最大尺寸之 3 倍以上距離。

## 2. 線路跨越或鄰近建物之量測

- (1) 量測對象可與高壓線較靠近之室外屋頂樓板面（註 5）為主。磁場則於室內與室外進行。
- (2) 量測期間建物電源應關閉，以避免受到建物本身用電所產生之電磁場影響。
- (3) 線路跨越建物時，應由最高樓層開始，依序往低樓層逐層進行量測。
- (4) 線路由建物外側通過時，應由與線路同高的樓層開始，依序（註 6）往其它樓層逐層進行量測。
- (5) 量測點離地面或樓板面之高度以 1 公尺為原則；最高不超過 2 公尺。建物內部所有物體皆視為永久性物體，量測點離牆壁以及永久性物體之間的水平間隔須大於 1 公尺。
- (6) 於室內量測時以個別建物使用者正常活動範圍為原則，並依功能性單元區別例如：臥房、客廳、餐廳、廚房、陽台、辦公室、作業區等。
- (7) 線路若由建物外側通過且距離欲量測建物（外）牆與最接近線路直線 5 公尺以上者，量測點之選擇，先於個別單元找出一最大之長方形空間，取長方形的兩條對角線，每條線離長方形頂點 1 公尺處以及兩條對角線的交點，合計 5 點。建物外圍地面或屋頂地板空間的量測時亦同。
- (8) 線路若由建物外側通過但距離欲量測建物（外）牆與最接近線路直線 5 公尺以下者，或線路由建物上方跨越時（直線距離 5 公尺以內時），其取樣應增加。若室內地板鋪設格狀地板，且每格尺寸在 30 公分見方以上時，即可以每格的中心點為量測點；地板尺寸較小時則可每隔幾塊地板取一點，最小取樣間隔以 30 公分為原則。若室內無現成地板可利用，最小取樣間隔亦以 30 公分為原則；屋頂地面和屋外靠線路較近處其取樣方式亦同。

## 3. 高壓鐵塔塔台周圍之量測

- (1) 於鐵塔塔台周界且一般民眾可正常活動的空間進行電磁場量測。
  - (2) 所有測量點均以離地面及周界 1 公尺每隔 1 公尺進行之。
4. 變電所周圍電磁場之量測
- (1) 變電所周圍環境電磁場量測應於變電所外圍，一般民眾可正常活動的空間進行。
  - (2) 變電所牆外若緊鄰人行道或人行步行的道路時，於離圍牆等距處，沿人行道或道路進行縱向場強進行量測。所有的測量點以離地面及牆面各 1 公尺，且沿線量測以能顯示出場強變化為原則，量測點靠近線路進出變電所之區域時，量測間隔應小於 1 公尺，量測點離進出變電所的路線較遠時，量測間隔（註 7）亦應小於 2 公尺。
  - (3) 如變電所外牆緊鄰建築物，建築物內之場強量測方式依架空線路跨越或鄰近建物之規定。
5. 落地型（亭置式）變壓器周圍磁場之量測：落地型變壓器僅需量測磁場之空間分布。於離地 100 公分、130 公分、和 160 公分等三個高度處，沿與其安置之底座保持 50 公分水平間隔的長方形周邊，任一頂點開始，每隔 30 公分取一點，直至回到出發點止。變壓器之輸電線路須於水平距離 50 公分處從地面至 2 公尺每隔 30 公分量測。
6. 站台式變壓器（桿上電壓器）周圍電磁場之量測
- (1) 站台型變壓器（桿上電壓器）周圍磁場空間分布量測：於離地 1 公尺高度處，沿與其設置底座之投影面積保持 50 公分水平間隔的周邊，由任一頂點開始，每隔 30 公分取一點，直至回到出發點止（註 8）。
  - (2) 量測變壓器側邊之輸（配）電線，則距其外側 50 公分處從地面至 2 公尺每隔 30 公分量測之。
7. 地下輸配電線路人(手)孔周遭電磁場之量測
- (1) 於人(手)孔上方距地面 1 公尺並於孔蓋中心點的高度進行量測。
  - (2) 如地下有配置輸配電線分布，亦可於線路正上方距地面 1 公尺進行量測。

(3) 人(手)孔兩孔之間地下輸配電線，依據兩孔之間直線分布或線路配置圖，於地面距 1 公尺每隔 1 公尺量測之。

8. 鐵路、大眾捷運系統、輕軌運輸系統周圍電磁場之量測

(1) 鐵路、大眾捷運、輕軌運輸系統：

A. 電場與磁場量測位置位於運輸系統兩側，取與運輸系統約同高（運輸系統軌道水平延伸線垂直向上 1 公尺）且距外側圍牆（如隔音牆、吸音牆、圍籬、建界等）1 公尺處進行量測。

B. 若為高架系統時，應於軌道系統投影周界外 1 公尺處量測，或於民眾正常活動的室內空間進行量測。

C. 量測時間至少須涵蓋運輸系統完整通過 1 班次。

(2) 鐵路、大眾捷運、輕軌運輸系統場站周圍、候車亭等之周圍（註 9）：

A. 量測位置應於周圍外，一般民眾可正常活動的空間進行。

B. 測量點以離地面及周圍（如牆面、門窗等）均 1 公尺為原則。

C. 量測點數為繞行周圍一圈每隔 1 公尺的總數（註 10）。

9. 監測電磁場：監測地點選擇以住宅、學校、醫院或公共場所等一般民眾或學生日常生活作息的主要活動區域為主。亦可選擇高壓電力線、變壓器及變電所等大型電力設施附近之戶外區域或特定場所。監測時間建議每一監測位置監測期間至少持續 30 天。

## 六、結果處理

(一) 空間分布之量測結果可以數據表格或繪圖方式呈現。輔助性統計特性，如最小值、最大值、平均值、或中值的大小以及出現位置/範圍，可增加量測結果價值。

(二) 監測數據需以時間序列呈現或適當分析軟體處理，以利瞭解電磁場變化情況。

(三) 量測報告應包括量測日期與時段、線路形態與線下地形地物繪製或照相、量測儀器廠牌型號序號、校正狀況等資訊。

(四) 若以三個單一方向的電磁場感測功能進行量測，其結果應以下

列方式計算與表示：

$$B_R = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad ;$$

$B_x, B_y, B_z$ ：電磁場三個正交軸分量的均方根值。

電場量測亦可以垂直分量（感應板垂直於電場方向）方向的強度表示。

## 七、品質管制

量測儀器應每年送可追溯至國家量測標準的實驗室執行查核一次，當感測器結構形狀變形、受到損壞或操作過程中儀器呈現不穩定狀態時亦應執行查核。查核設定值至少有一數值須小於 10 毫高斯 (mG 或 milligauss)，其允收範圍須小於設定（標準）值之  $\pm 10\%$ 。

## 八、檢驗相關條件註記

（略）

## 九、參考文獻

- （一）IEEE, IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines, IEEE Std 644-1994, New York, 1995.
- （二）IEC 60833, Measurement of power-frequency electric fields, 1987.
- （三）BS EN 62110, Electric and magnetic field levels generated by AC power system-Measurement procedures with regard to public exposure, 2009.
- （四）行政院環境保護署，限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引，中華民國 101 年。
- （五）行政院環境保護署，非屬原子能游離輻射檢測技術暨室內外長期環境監測之研究計畫期末報告，EPA-103-U1F1-02-105，中華民國 103 年。

註 1：若所用儀表涵蓋一個或多個特定頻段時，於其任一涵蓋頻段內對強度相同，但頻率不同的場強的量測結果應在  $\pm 3$  dB 之內；此一要求可由於感測器輸出端加裝合適的頻率響應修正電路達成。場源頻率成分若僅含一個高準位的基頻成分及幾個低準位的諧波成分時（如空曠地區的高壓輸電線路）在諧波貢獻不致使整體量測不確定度超過  $\pm 10\%$  的條件下，仍可使用此類寬頻(Broadband)儀器。在場源頻率成分複雜且未明的環境中（如配電變壓器的低壓側及相關的接戶線附近），則不宜使用此類寬頻儀器。

- 註 2：但實際量測範圍可視線路下方地形地物及是否有民眾經常會於該區域活動等因素調整並註明於量測報告內。
- 註 3：橫向與縱向分布量測所需的取樣間隔與量測點數，以量測結果能描述場強分布的細節變化為原則。
- 註 4：儀表若需透過握把由量測人員握持時，即應評估握把與人體的漏電效應的影響。
- 註 5：係指線路下方或附近有建築物存在時，其室內與室外電磁場環境量測的問題。室外部分除建物外圍的地面之外，亦可包括建物屋頂平坦且可活動的區域。
- 註 6：線路所產生的場強有下列趨勢：愈接近線路的地方，場強愈大。
- 註 7：取樣間隔建議可視量測區域的實際地形地物狀況加以調整。如變電所外牆與一般民眾可正常活動的空間由天然障礙物(如未加封蓋的水溝)或綠地之類的地物隔開時，量測工作以於民眾活動的空間進行為原則。除量測點的離地高度仍以 1 公尺為原則之外，總共的水平取樣面積與取樣間隔則依量測區域的實際地形地物狀況，及量測結果能顯示出場強變化細節等原則選定。
- 註 8：若陳情點位於室內須於室內一般生活正常活動範圍內量測。
- 註 9：陳情人指定且一般生活正常活動範圍之地點量測。
- 註 10：陳情人指定地點：所有量測目標物陳情人可指定地點進行量測，每一定點取 10 秒內的最大場強作為其量測結果，量測地點必須詳細繪圖及加註與四周明顯固定物（建物）之相關位置（距離）。

#### 名詞定義：

- (一) 純量(Scalar)：完全由大小（可為正或負）指定的量（如電流）。
- (二) 向量(Vector)：具有特定方向與大小的量（如作用力與速度），其大小與方向可隨空間位置和 / 或時間改變。在任一三維右手正交座標系統中，向量可分解成三個正交方向的空間分量(Spatial Components)。
- (三) 相量(Phasor)：由隨時間以特定週期呈穩定弦波變化的量（如 60 赫茲交流電的電壓波形）的振幅（Magnitude，指最大的瞬間值或峰值）與起始時間相角(Initial Time Phase)所組成的複數純量。
- (四) 向量相量(Vector phasor)：構成向量的個別分量皆以相同週期呈弦波變化時，亦即個別分量皆為相量，其於任一定點的合成向量的大小與方向的時間變化特性可由向量相量表示。特定頻率場源所

產生的電場與磁場一般即以向量相量的方式表示。

- (五) 均方根值(root-mean-square, 或 rms, value)：呈週期性變化的時間波形瞬間值的平方值於一個週期內的積分結果，除以週期，再取平方根後所獲致的結果。對穩定弦波變化的波形而言，其均方根值為峰值（或振幅）的 0.707 倍。
- (六) 合成值(Resultant Value)：一個向量相量的三個正交分量的大小的平方和之平方根值。在電磁場檢測中，場強大小以均方根值表示。
- (七) 電場強度(Electric field intensity/strength)：體積無窮小的單位正電荷所感受到的電性作用力，以向量 E 表示，公制單位為牛頓 / 庫侖或伏特 / 公尺。電場由帶電物體產生，若場源具穩定弦波變化時，電場強度可由向量相量描述。
- (八) 磁通量密度(Magnetic flux density)：由通電的導體所產生的一個向量，以向量 B 表示，公制單位為特斯拉(Tesla 或 T)或韋伯 / 平方公尺(Wb/m<sup>2</sup>)，可對運動中的電荷施加磁性作用力而改變其運動特性(1 $\mu$ T = 10 mG, 1T = 10,000 G)。體積無窮小的單位正電荷於磁場中運動時所感受到的磁性作用力的大小，等於電荷量、運動速率、與磁通量密度在與電荷運動方向垂直方向的分量大小的乘積，而右手四指由電荷運動方向朝磁場方向轉動時，大姆指的指向即為作用力的方向。若場源具穩定弦波變化時，磁通量密度可由向量相量描述。
- (九) 跨距(Span)：兩相鄰之電塔或電桿構成一個跨距。線路沿跨距方向平行架設。
- (十) 跨距中點(Mid-Span)：跨距的中心點。於平坦地區，導線因其重量而下垂時，於跨距中點處離地面最近。
- (十一) 橫向分布(Lateral Profile)：任一跨距之間，離兩端任一電塔或電桿特定縱向距離處，線路左右兩側場強隨橫向空間距離的變化。
- (十二) 縱向分布(Longitudinal Profile)：任一跨距之間，離線路一定橫向空間距離時，場強沿線路架設方向的空間變化。