

調查意見：

民國(下同)101年8月14日媒體報載，國立新竹高級工業職業學校(下稱新竹高工)科學展覽之作品，對臺鐵局行駛中之列車，進行極低頻電磁場之測量，結果顯示部分列車車廂內之特定位置電磁場偏高，影響旅客之健康。本院為查明國內鐵路(含高速鐵路)、捷運電聯車等相關大眾運輸工具所產生之極低頻電磁場，是否影響乘客之健康，以及相關機關之防範及量測與規範標準等情事，爰經立案調查，並調閱交通部臺灣鐵路管理局(下稱臺鐵局)、交通部高速鐵路工程局(下稱高鐵局)、臺北市政府捷運工程局(下稱臺北捷運局)、臺北大眾捷運股份有限公司(下稱臺北捷運公司)、高雄捷運股份有限公司(下稱高雄捷運公司)、行政院環境保護署(下稱環保署)、行政院衛生署國民健康局(下稱國健局)及新竹高工之有關卷證資料後，業已調查竣事，茲將調查意見臚陳如下：

- 一、國內軌道車輛對於電聯車內外相關電氣設備間之電磁相容性各有所規範，以避免不同電氣系統間之相互干擾，而影響正常營運與行車安全，然環保署參考國際規範而公告一般民眾於環境中之電磁場曝露建議值，已近12年之久，惟相關交通運輸機關對於電聯車之電磁場限值與量測方式，卻乏有規範可循，枉顧乘客健康，交通部允宜會同環保署等機關，共同研議可供依循之標準，俾利有關機關制定採購規範及量測標準與減輕民眾疑慮。
 - (一)查輻射依其能量之高低及電離物質之能力，可分為「游離輻射」及「非游離輻射」兩類，「游離輻射」能量較高，如醫療用途之X光機、核能發電與學術用之輻射源等；而一般日常生活中所關切之電磁場(Electric and Magnetic Fields, EMF)係屬「非

游離輻射」，其能量較低，主要源自用電設施等。世界衛生組織（World Health Organization, 下稱 WHO）於 2007 年 6 月針對極低頻（300Hz 以下之頻率）電磁場發表之第 322 號「電磁場與公共衛生曝露於極低頻電磁場」文件中，有關「極低頻電磁場之來源」略以：「電磁場存在於電流通過之處，如電線、纜線、住宅配線及電器用品。電場因電荷產生，測量單位為『伏特/公尺』（V/m），並可被一般木頭或金屬等材質隔絕；磁場因電荷流動（電流）產生，測量單位為『特士拉』（tesla, T），一般以『毫特士拉』（mT, 10^{-3} T）或『微特士拉』（ μ T, 10^{-6} T）表示，某些國家則採用『高斯』（gauss, G, $10,000$ G=1T, 1μ T=10mG）為單位，磁場可輕易穿透一般物質，很難屏障。無論電場或磁場，強度都與距離有關，距離發射源越遠，強度就越弱。多數電力設施以每秒 50 至 60 次之頻率（1 秒鐘內電磁場完成之正弦週期數量）運轉，單位為『赫茲』（Hertz, Hz）。在某些電器設備周遭，磁場強度可達數百至數千毫高斯（mG, 10^{-3} G）。」因此，極低頻電磁場主要源自電力系統，電場及磁場存在於電力傳輸線或電氣設施之周圍，惟電場容易遮蔽，一般影響較大且普遍討論者為較難屏障之磁場，國內通用之磁場（磁通量密度）單位多以毫高斯（下稱 mG）表示。又人類生活環境中，充滿各種不同頻率之電磁場，依頻率不同可分為極低頻、射頻、紅外線及紫外線、X 光輻射等電磁場，除極低頻電磁場主要源自家電用品（60Hz）及室外之輸配電線路、變壓器等電力設備外，射頻所涵蓋之頻率範圍較廣（300kHz-300GHz），包含行動電話及基地台等通訊設備。

（二）次查 WHO 下轄之國際非游離輻射防護委員會

(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection , 下稱 ICNIRP) 於 1998 年公布曝露在 300 GHz 以下電磁場之曝露指引「 Guidelings for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields(up to 300GHz)」第 511 頁 Table 7 之一般公眾環境中，曝露於頻率(f)範圍 25Hz 至 800Hz 時 (即電力設施之 60Hz 極低頻範圍) 之磁場參考位準值 (Reference Levels) 為 $(5/f) \mu T$ ，若曝露於頻率為 60Hz 之磁場環境時，其參考位準值為 833mG ($5/0.06\text{kHz}=83.3 \mu T=833 \text{mG}$)。環保署遂依循 ICNIRP 公布之上開指引，於 2001 年 1 月 12 日公告「非游離輻射之建議值」，以作為防制環境中非游離輻射之初步遵循依據，並供相關主管機關作為納入所管法令訂定相關管制標準之依據與參考，其第二點「非職業場所之一般民眾於環境中曝露各頻段非游離輻射之建議值」之建議表中，非職業場所之一般民眾，曝露於 25Hz 至 800Hz 頻段之磁場環境建議值亦為 $(5/f) \mu T$ ，即曝露於 60Hz 磁場環境之環境建議值為 833mG。而相關國際規範對於電磁場之有關規範如下：

- 1、2002 年 10 月電機電子工程師學會 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) C95.6 低頻規範 (Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz) 第 5 節 (Exposure Limits) Table 2 一般民眾頭或身體所允許之最大磁場曝露限值，在 20Hz 至 759Hz 之頻段時，磁場曝露限值為 9040 mG；而 Table 3 一般民眾手臂或腿於 10.7kHz 至 3kHz 之頻段時，磁場曝露限值為 $(3790/f)\text{mT}$ ，

若頻為 60Hz 時，曝露限值達 631667mG，IEEE 所訂之磁場曝露限值，顯高於 ICNIRP 所訂之標準。

- 2、2005 年 WHO 發表之「Framework for Developing Health-Based EMF Standards」第 2.3 節「determining the need for standards」中，強烈建議各會員國遵循現有之國際規範，限制民眾過度之電磁場曝露，會員國若不願遵循現有之國際規範，則須詳細評估訂定新規範之理由與所能帶來之價值，必須考量之因素包含：「目前之國際標準是否無法提供足夠之保護、新規範對健康之實際助益、新規範對於民眾健康及發展遠景而言是否符合成本效益、新規範對於新科技(可能對健康與國際貿易有相當益處)之引進所產生之障礙及影響、新曝露標準或法規指引實施後是否可緩解公眾之疑惑等。」因此，除少數國家訂有較 ICNIRP 更嚴格或寬鬆之曝露標準外，多數 WHO 會員國仍沿用 ICNIRP 之標準，國健局表示，其主要考量除可行性之外，另因目前尚缺乏足夠之科學證據作為訂定更嚴格曝露標準之依據。

- 3、2010 年 ICNIRP 再公布曝露於 1Hz 至 100KHz 磁場之曝露規範，其第 827 頁 Table 4 之一般公眾環境中，頻率範圍介於 50Hz 至 400Hz 時，磁場曝露參考位準值為 2000mG。

- (三)再查環保署於 2012 年 11 月 30 日再發布「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」(90 年 1 月 12 日該署公告之「非游離輻射環境建議值」於 101 年 12 月 6 日公告停止適用)，其第 4 點「非職業場所之公眾於環境中曝露各頻段之限制時變電場、磁場及電磁場曝露參考位準值」之頻率範圍介於 25Hz 至 800Hz 時，磁場曝露參考位準值為 833mG。然 2010

年 ICNIRP 公布一般公眾環境中，於 50Hz 至 400Hz 頻段之磁場曝露參考位準值已調升為 2000mG，惟環保署考量我國國情之不同，人口居住密度偏高，且相關非游離輻射發射源廣泛散布於民眾生活環境中，爰不調整 60Hz 電力頻率之 833mG 磁場曝露限值。又環保署表示：「ICNIRP 所訂指引中之曝露規範，係在對動物與人體健康影響進行評估之基礎上制定，並對人體健康產生效應之電磁場曝露量，再分別除以 10 及 50 之安全係數，以作為制定職業場所及一般公眾建議值之依據，ICNIRP 認為依現有之科學資料，這些曝露規範建議值對一般大眾之電磁場曝露，已提供足夠之保護，也同時考慮安全及已知的健康因素，而且 WHO 也支持此國際曝露規範建議值，同時亦為我國及歐盟、美、英、法、德、日等世界多數先進國家所採用。」經環保署蒐集 WHO 網站所彙整世界各國電磁場相關曝露規定之資訊，各國電磁場之管制現況略以：「1. 極低頻電磁場：全世界 190 多國中，有 34 國訂有相關規範，其中 22 國完全依循 ICNIRP 之標準（如我國、新加坡、南韓、瑞典、芬蘭、斯洛伐克、匈牙利、羅馬尼亞、克羅埃西亞、捷克、德國、法國、愛爾蘭、西班牙、葡萄牙、英國、馬爾他、南非、澳洲、紐西蘭等），另 12 國係採部分依循、部分未規範或自行訂定規範進行管制（如日本、拉脫維亞、立陶宛、波蘭、保加利亞、希臘、斯洛凡尼亞、奧地利、盧森堡、比利時、俄羅斯、美國【美國聯邦政府並未制訂規範，惟部分州政府考量高壓電塔若倒塌等安全因素，另設有空間距離之限制】等）。2. 射頻電磁場：有 42 國訂有相關規範，其中 26 國完全依循 ICNIRP 之標準（如我國、日本、新加坡、菲律

賓、南韓、土耳其、瑞典、芬蘭、斯洛伐克、匈牙利、克羅埃西亞、羅馬尼亞、捷克、德國、法國、葡萄牙、愛爾蘭、西班牙、馬爾他、南非、秘魯、巴西、澳洲、紐西蘭等），另 16 國係採部分依循、部分未規範或自行訂定規範進行管制（如俄羅斯、美國、加拿大、愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛、波蘭、保加利亞、希臘、斯洛凡尼亞、奧地利、盧森堡、比利時、英國、中國大陸、義大利等）。3. 另極少數國家（如瑞士、義大利）針對特殊敏感地區，增訂較嚴格之標準，惟瑞士係經由公投方式決定相關政策，此外，依據 ICNIRP 前主席 Pro. Michael H Repacholi 及現任主席 Dr. Paolo Vecchia（皆為義大利籍）於 96 年應邀來臺參加電磁波國際研討會上表示，義大利係因政治考量所制定，實際並未徹底執行。」

- (四) 復查國內一切屋外供電線路之裝置應依「屋外供電線路裝置規則」等規定辦理，其第 26 至 35 條對於架空線路與地面、構造物、建築物、樹木等或兩相鄰線路之最小間隔，訂有相關規範，又觀諸同規則第 31 條第 2 項第 1 款後段、第 2 款第 1 目及第 3 目：「…如無法保持此間隔時，應將導線遮蔽或設保護保護之。…」、「…但導線經遮蔽或人員不易觸及者，不在此限。」及「電壓在 600 伏特以下時，…屋頂或階台上應保持 2 公尺以上之間隔。但線間電壓在 300 伏特以下且屋頂或陽台不易為人員接近者，此間隔可縮減為 0.9 公尺…」等規定所示意旨，該安全距離之保持，主要係為避免感電事故，而非防範電磁場對周遭環境所造成之影響。又用戶屋內線路裝置規則，應依「屋內線路裝置規則」等規定辦理，其第 406 及第 407 條規定：「高壓線路與低

壓線路在屋內應隔離 300 公釐以上...。」及「高壓線路距離電訊線路、水管、煤氣管等以 500 公釐以上為原則。」同裝置規則第 449 至 471 條亦對接戶線（由屋外配電線路引至用戶進屋點之導線）與地面、高壓配電線路、房屋、煤氣管、樹木等之最小間隔訂有規範，以避免發生感電事故，並未對供電線路所產生之電磁場曝露限值有所規範。而國內各大眾交通運輸機關對於電聯車之電磁場規範，皆有所差異，且至多僅規範電聯車之電磁相容性，以確保不同之車上設備、號誌設備、通訊設備、電源供應設備及其它電氣設備與鄰近外部電器間，不相互干擾，而影響電聯車正常營運與行車安全，各式大眾運輸電聯車之電磁場規範摘要如下：

- 1、臺鐵局現正交貨中之 136 輛傾斜式電聯車（兩列已交貨正測試中）有關電磁場之相關規範，僅於「傾斜式電聯車規範」第 6.5 節（電磁相容性）規定，承商供應之車裝設備，除能可靠地操作於臺鐵局電磁環境中，且不應影響臺鐵局範圍之內或附近第三者之系統與設備。又第 6.5.2 節（電聯車之電磁輻射及傳導式輻射放射級別）第 3 點規定，電聯車上牽引電力設備，在任何出力狀況下，所洩漏之磁通密度，由軌道頂面任何一點量測，不應超過 10 高斯。另該局於 101 年 8 月 21 日函請承商應對設備產生之電磁場予以防護，並表示環保署規定之環境建議值為 833mG。
- 2、高速鐵路列車(700T 車型)車廂內乘務人員(長時間曝露)及一般民眾之磁場曝露限制值規範分別為 830 mG 及 8300 mG，而磁場量測位置包含列車上各區域之車廂地板上 0.1 公尺及 1 公尺處。
- 3、台北捷運局於電聯車採購規範明訂之電磁干擾

與電磁相容設計，應遵照並符合國際電工委員會 IEC 62236 及該局特別技術規範之輻射限值規定；如電聯車於靜止或高速、頻率為 9kHz 時，其磁場限值為 $43.7 \mu\text{A/m}$ ，且應於距軌道中心線 15 公尺處，分別量測電聯車於靜止、低速(20 公里)及高速(60 公里)狀態之電磁場，俾確保電聯車之電磁場不致對外界產生干擾，以及電聯車相關電氣設備間及其與關聯系統間之相容性。惟 101 年 9 月 10 日台北捷運公司函台北捷運局表示，經查電聯車契約文件，並未針對車廂內電磁場檢測規範，建請考量針對車廂內電磁場檢測規定，納入未來線(如萬大線等)契約文件。

4、高雄捷運電聯車各頻率之電磁場最大限值，係由電聯車承商德國西門子(SIEMENS)公司引用歐洲標準 EN50061 及德國 DIN VDE 0848 part 4/A3-1995 等規範，主要係規範車廂內、外設備之電磁相容性，其於 0 至 7.5Hz 頻率範圍內之磁場限值為 5000mG，7.5Hz 至 1kHz 之磁場限值為 37500 mG/f，因此頻率為 60Hz 時之磁場限值為 625mG，而 1kHz 至 30kHz 之磁場限值則為 37.5mG。

(五)又國內對於電磁場量測方式之規範，90 年 1 月 12 日環保署公告「非游離輻射之建議值」第四點「本建議值之量測方法」略以：「交流電力頻率及其低階諧波電磁場：空曠地區架空高壓線附近區域電磁場之量測，可依國際電工協會(IEC)Publication 833 或美國國家標準 ANSI/IEEE 644 之兩項量測技術標準進行(並未提及軌道車輛之量測方式)。其餘場所空間電磁場之量測，可取場源附近人體較易長期接近區域內量測的均方根值中之最大值...。」92 年 4 月 4 日環保署再公告「環境中架空高壓線

路、變電所、落地型變壓器電場與磁場檢測方法」，其量測對象為 60Hz 高壓輸配電線路附近之極低頻電磁場，量測取樣點離地面高度以 1 公尺為原則，若有需要亦可量測其它高度，但以不超過 2 公尺為原則；92 年 7 月 2 日環保署又公告「環境中電磁波檢測方法-調頻調幅廣播電臺、無線電視臺、行動電話基地臺」，係針對廣播電台、雷達站、行動電話基地台等設備訂有量測方式及步驟；101 年 11 月 30 日環保署發布「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」之第 9 點有關低頻電磁場量測方法，係依據「環境中架空高壓線路、變電所、落地型變壓器電場與磁場檢測方法」及 IEEE 644 之量測方法；惟上開規範或指引對於軌道車輛之電磁場量測方式，皆未有所規範。另臺鐵局於 101 年 8 月 29 日函請交通部轉請環保署訂定軌道電磁波建議值及量測方法，交通部則於 9 月 21 日轉請環保署訂定相關標準及檢測方法。10 月 2 日環保署函復交通部略以：「有關個別電磁波發射源之檢測方法(如電器電信產品、行動電話基地臺等)係由各目的事業主管機關主政，另查交通部業就機動車輛制定相關電磁波檢測方法及規範。爰此，有關運輸系統之車輛、高壓電車線、變電站等電磁波檢測方法，仍宜由交通部本權責辦理。」台北捷運局則稱：「有關軌道車輛環境中之高、低頻電磁場規範，查國內尚無相關標準規範可依循，目前僅環保署於 92 年 4 月 4 日公告『環境中(架空高壓線路、變電所、落地型變壓器)電場與磁場檢測方法』及 90 年 1 月 12 日公告『非職業場所之一般民眾於環境中曝露各頻段非游離輻射之建議值』，其中極低頻之曝露參考位準值訂為 833 mG。」又台北捷運公司表示：「環

保署相關公告對於電聯車電磁場之量測方法並未規範。」顯然國內對於軌道車輛電磁場限值及量測方法之權責並未明確。另查美國針對交通工具之電磁場規範，係由運輸部聯邦鐵路管理局主政，該局於 2004 年 9 月 12 日於波士頓至紐哈芬之 Acela 特快列車上，進行極低頻及射頻電磁場之量測，其量測報告「EMF Monitoring on Amtrak's Northeast Corridor: Post-Electrification Measurements and Analysis」第 2.1.3 節(Acela Express Onboard Measurements)之圖 5 所示，有關極低頻電磁場之量測，係將三軸磁場量測儀器置於座位上人體模型之頭部、腰部及腳裸等處，電場之量測儀器則置於人體模型之胸部高度，特低頻及低頻之磁場量測儀器置於膝蓋位置，並以每 3 秒之時間間隔記錄量測數據，另射頻電磁場之量測，係將 Narda 之電場探頭置於走道上之三腳架上量測。

- (六) 綜上，依據 ICNIRP 於 1998 年公布曝露於 60Hz 極低頻一般公眾環境中之磁場參考位準值為 833mG，其所訂指引中之電磁場曝露規範，已廣為多數先進國家所採用；而環保署亦依循上開指引於 2001 年公告一般民眾於環境中曝露各頻段非游離輻射之建議值，以作為防制環境中非游離輻射之初步準據，並供相關機關作為納入所管法令或標準之遵循標準；雖 ICNIRP 於 2010 年將上開 833mG 增修為 2000mG，然環保署認為國內人口居住密度偏高等情，於 2012 年發布之「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」中，仍將 25Hz 至 800Hz 頻段之磁場曝露參考位準值訂為 833mG。然國內一切屋內、外供電線路之裝置，訂有相關規範，尤其電力設備與鄰近設施最小間隔之規範，惟主要係為避免感電

事故，而非防範周遭人員於電磁場環境中之過度曝露；而國內各大眾交通運輸機關對於電聯車之電磁場規範，皆有所差異，且至多僅規範電磁相容性，以確保電聯車各電氣設備間不相互干擾，其中高速鐵路對於一般民眾之磁場曝露限制值竟達8300mG。國內相關非游離輻射發射設施，係分別由各相關主管機關及其主管法令進行管制或管理，其中環保署主要負責環境中電磁場對環境之影響及監測、非游離輻射之環境建議值及檢測方法制定；而有關軌道車輛電磁場之量測方式，美國運輸部聯邦鐵路管理局曾於列車上各位置及高度，進行極低頻及射頻之電磁場量測，又國內環保署或交通部對於軌道車輛之電磁場量測方式，並未有所規範，致有關機關對於所屬電聯車之電磁場量測方式，亦未明確規範，台北捷運公司已建議台北捷運局將車廂內電磁場之檢測規範納入未來之契約中，又交通部與環保署對於軌道車輛電磁場建議值及量測方法，亦有相互推諉情事。環保署參考國際規範而公告一般民眾於環境中之電磁場曝露建議值，已近12年之久，惟相關交通運輸機關對於電聯車之電磁場限值與量測方式，卻乏有規範可循，枉顧乘客健康，交通部允宜會同環保署等機關，共同研議可供依循之標準，俾利有關機關制定採購規範及量測標準與減輕民眾疑慮。

二、台鐵局對於新竹高工進行行駛中列車之電磁場量測結果，顯示部分車廂內之磁場過高，甚至遠超出環保署公告之磁場曝露參考位準值，該局應予澄清，或進行必要之磁場防護措施，以維乘客健康。

(一)查新竹高工以「破錶!火車的電磁波探討」為題，參加101年度第52屆中小學科學展覽會，主要探

討臺鐵局等列車車廂內之電磁場大小，所使用之量測儀器為美製高斯計（型號 F.W. BELL 4090，測量範圍 0.1 至 1999mG），其作品說明書之量測結果略以：「臺鐵局相關列車於開始啟動時，車廂內電磁場值明顯飆高；EMU-500 型電聯車之第 1 節駕駛馬達車車廂內，於地板上及小腿高度處各量得 2000mG 以上(破表)及 1523mG，而第 2 節電力車車廂中，亦於地板上量得 2000mG 以上，而配電盤處之最高值為 213.9mG，該 EMU-500 型為臺鐵局最多之電聯車車種；EMU-1000 型自強號於走道配電盤附近之電磁場值為 115mG 至 224mG；EMU-1200 型自強號(紅斑馬自強號)於第 6 節(馬達車)車廂某兩處座位位置高度測得 2000mG 以上；TEMU-1000 型太魯閣號除第 3 節車廂電磁場稍高外(20mG 以下)，其餘車廂座位下方地板處多在 5mG 以下，通道旁之配電盤亦不超過 50mG；而莒光號(由電力機車帶動)除第 1 節車廂左前方數值偏高外(約 200mG)，其餘車廂多在 30mG 至 40mG 之間。高速鐵路列車則於車廂與車廂間之通道測得 361mG。本次進行 EMU-500 型電聯車及 EMU-1200 型自強號之量測時，部分車廂地板處之磁場超過 2000mG 以上，業已危害人體健康，甚至超過國家標準值，建議加裝鐵板以隔絕電磁場。」

(二)再查前項臺鐵局部分列車電磁場超標情事，經平面媒體於 101 年 8 月 14 日報導披露後，當日臺鐵局即表示：「臺鐵各型列車約有 1700 輛，多數電磁場檢測符合規定，僅有 344 輛 EMU-500 型電聯車及 30 輛 EMU-1200 型自強號之地板，在車輛加速瞬間，電磁場超過環保署規範之 833 mG；但座位以上之電磁場，全部皆在安全值範圍。」高鐵公司亦發布新聞稿澄清略以：「所有高速鐵路車廂之電磁場符合

環保署建議值。」又臺鐵局為確實查明相關列車之電磁場實情，於 101 年 8 月 17 日洽請財團法人車輛研究測試中心研議電磁場之相關議題，惟該中心表示其專業僅止於車輛之低壓直流(12 或 24 伏特)高頻電磁場干擾部分，至於高電壓、大動力之電磁場並無涉獵；8 月 23 日該局又洽詢財團法人車輛安全審驗中心協助研究車廂電磁場之對策，及蒐集國外對於電磁場測試之文獻，惟該中心表示其測試屬一般汽車之低壓部分，無法協助軌道車輛進行相關測試，另並無覓得相關文獻；9 月 5 日該局即邀集相關單位召開會議，並決議委託財團法人工業技術研究院(下稱工研院)量測有關列車於行駛中之電磁場值，12 月 11 日並將「臺鐵車廂環境磁場影響量測」之採購案決標予工研院，並於 12 月 17、18 日晚間進行 EMU-1200 型自強號、EMU-500 型電聯車等列車之 5Hz 至 2kHz 極低頻磁場量測(主要實測 60Hz 之磁場)，主要量測位置為：車下電力設備上方距車廂地板上 0.9 公尺及 1.5 公尺，與距窗面 0.3 公尺等處，並量測列車於靜止、加速、滑行及減速等狀態期間之磁場強度變化，且將列車之部分動力馬達隔離，以模擬列車載重情況，工研院正式之量測報告預計於 102 年 1 月中旬完成。

- (三)次查環保署於 90 年 1 月 12 日公告「非職業場所之一般民眾於環境中曝露各頻段非游離輻射之建議值」之後，台北捷運局要求履約中之信義、松山線電聯車承商應依環保署公告之建議值，進行車廂內電磁場之量測，100 年 4、5 月間即進行 4 次量測，電聯車於最大載重條件且時速為 60 公里時，位於動力馬達之車廂地板上方 0.6 公尺處，其各頻率(1Hz 至 50GHz)之電磁場量測結果，僅為環保署公

告曝露於電磁場環境建議值之 0.0666% 至 9.589% 之間；101 年 8、9 月間，台北捷運公司分別於高運量及中運量電聯車之駕駛室、端牆配電箱、車門區、座位區、轉向架上方、連結總成區等區域，於電聯車靜止、加速、巡航等狀態，量測距地板高度 1 公尺處之磁場，高運量及中運量電聯車之磁場量測值分別介於 0.2mG 至 4.8mG、0.2mG 至 3.7 mG 之間，其量測結果亦遠低於環保署公告之磁場曝露參考位準值 833mG。又高雄捷運公司表示，94 年 8 月電聯車承商於德國西門子軌道車輛測試中心進行實車滿載測試，檢測結果符合相關規範要求，營運後進行車廂內電磁場之量測結果，均符合環保署之要求。另高鐵公司則稱，高鐵列車內會產生電磁場之設備，均經包覆處理，列車出廠前亦完成電磁場檢測，確認符合標準後，始提供營運服務，於高鐵車廂內磁場之實測最大值包含：駕駛艙車廂地板上 1 公尺處及主變壓器位置車廂地板上 0.1 公尺處，分別測得 58 mG 及 73 mG，其量測結果均遠低於環保署公告之磁場曝露參考位準值。

- (四) 綜上，台北及高雄捷運與高速鐵路等有關機關，對所轄電聯車磁場之量測結果，均符合環保署公告之磁場曝露參考位準值 833mG；然新竹高工對於台鐵及高速鐵路相關列車電磁場之測量結果，顯示台鐵局列車於開始啟動時，車廂內部分位置之磁場過高，尤其 EMU-500 型電聯車及 EMU-1200 型自強號之部分車廂地板處，其磁場量測值超過儀表所能量測之極限值 2000mG 以上，遠超出環保署公告之磁場曝露參考位準值，台鐵局即於 101 年底委外進行上開二型電聯車之磁場實測，其相關量測結果該局應予公布，並澄清新竹高工之測量結果，或進行必

要之磁場防護措施，以維乘客健康。

三、政府對軌道車輛所產生之電磁場，除應有符合成本效益之曝露規範及防護措施外，宜再宣導及釐清其電磁場對人體健康之影響，以釋民眾疑慮。

(一)查游離輻射已證實確定為致癌因子，非游離輻射對生物體之主要影響為熱效應，惟極低頻電磁場對人體之健康效應，目前仍廣受爭議與討論。WHO 於 2007 年 6 月針對極低頻電磁場發表之第 322 號「電磁場與公共衛生曝露於極低頻電磁場」文件略以：「專案小組評估：2005 年 10 月 WHO 召集專家成立專案小組，評估曝露頻率範圍在 0 至 10^5 Hz 之電磁場對於人體健康之風險。...根據健康風險評估之標準程序，專案小組之結論認為目前一般大眾可能之電磁場曝露，並無實質之健康疑慮。短期效應：目前已有足夠證據顯示，短時間曝露於高強度（遠高於 1000mG 以上）之磁場，會產生明確之生物物理反應；外來之極低頻磁場，會誘發體內電場及電流，若為高強度時，會刺激神經與肌肉，並改變中樞神經系統中神經細胞之反應強度。潛在之長期效應：兒童白血病係探討長期曝露於極低頻磁場之風險研究焦點，2002 年國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)發表之專文，將極低頻率磁場歸類為『可能致癌物』（對於人類），表示目前對極低頻磁場導致人類癌症之證據有限，在動物實驗中亦無足夠證據支持其致癌性（咖啡以及焊接煙均屬此類）。」並表示短期曝露於高強度電磁場所造成之健康危害，業經科學證實，至於極低頻磁場之曝露與兒童白血病相關之證據薄弱，降低曝露之健康效益並不明確，因此 WHO 建議略以：「鼓勵會員國邀集利益相關者建立有效

且開放之溝通方案，以確保在資訊公開之情況下進行決策，包括規劃設置產生極低頻電磁場之設施時，改善與產業、地方政府與民眾之協調溝通。...降低曝露之適宜方法因國情而異，但不該採行不合理低曝露規範之政策。」又 WHO 於 2007 年 12 月發表之第 238 號文件中建議：「相關政府及企業，應監控科學、促進研究計畫，並採取相關預防措施，以減少在科學研究上電磁場對健康影響之不確定性。」

- (二)再查 WHO 下轄之國際癌症研究署(IARC)於 2011 年 5 月發表之第 208 號文件中，基於使用手機所曝露之電磁場會增加腦部膠質神經瘤之風險，將射頻輻射歸類為可能對人類致癌物質（2B 等級，包含：咖啡、苯乙烯、汽油引擎廢氣、電焊煙霧、極低頻電磁場【對兒童白血病】、射頻電磁場【行動電話】等，皆為可能致癌因數），顯示有存在風險之可能，使用手機增加罹患膠質神經瘤及聽覺神經瘤風險之證據是有限的，但一項研究顯示，重度使用手機者（平均每天使用 30 分鐘且使用 10 年以上），會增加 40% 罹患膠質神經瘤之風險，以務實方式減少曝露是重要的，惟目前證據僅能有限度評估無線電話使用者與膠質神經瘤之關係，對於射頻與其他癌症之關係尚無法下定論。又環保署於 101 年 11 月 30 日發布之「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」第 8 點：「有關長期曝露之影響，依據國際非游離輻射防護委員會審慎評估流行病學和生物學研究數據之結論，截至目前為止並無足夠之證據顯示與時變電場、磁場及電磁場具有因果關係，尚無法成為訂定本指引的基礎。爰此，WHO 已依循預警原則精神，提出相關預防措施之風險管理建議供各國

參考，相關建議說明如下：1. 為確保電力帶來之健康、社會和經濟利益不受損害的情形下，應採取符合成本效益的預防措施來減少曝露。...6. 各目的事業主管機關和各目的事業應採取有效和公開的諮詢及溝通策略，提供個人如何減少其自身曝露之訊息，並使所有利益相關者能夠確實了解。7. 各目的事業主管機關、各目的事業和社區規劃者在提出會產生電磁場之設備規劃案時，直轄市、縣(市)政府應審視設置位址確認符合土地使用相關規定，並協助產業與民眾進行溝通。8. 各目的事業主管機關、各目的事業和產業應主動執行或贊助相關研究項目，以減少電磁場曝露對健康影響在科學證據上之不確定性。」國健局則表示：「自 1979 年有關電磁場對人體健康潛在影響之流行病學研究，可分為癌症、生殖危害及神經行為影響等三個主題。截至目前除兒童白血病等特定癌症外，並無一致性之流行病學證據顯示電磁場會增加人類生殖危害及神經行為不良影響的風險，其對人類健康之影響，應僅包括通訊之射頻電磁場部分。」

(三) 綜上，依 WHO 截至目前之研究結果，尚未有一致之科學證據證明非游離輻射與人體健康效應有顯著之相關，除 WHO 下轄之國際癌症研究署於 2011 年 5 月發表之第 208 號文件中，將通訊之射頻磁場歸類為可能對人類致癌物質外，其他極低頻磁場導致人類癌症之研究證據有限，降低磁場曝露之健康效益並不明確；又據國際非游離輻射防護委員會評估流行病學及生物學研究數據之結論，迄今並無足夠證據顯示與電磁場具有因果關係，各有關國際組織亦無軌道車輛電磁場曝露值，對人體健康影響之研究結論。然由於極低頻電磁場對人體健康之效應，國

內、外亦有持不同意見者，認為不論極低頻或射頻磁場，皆可能對人體造成傷害，在面對科學不確定性之環境風險下，國際上普遍認同採取「預警原則」，在經濟及技術可行性前提下，研擬預防或管理措施，以降低其危害之風險。因此，政府對軌道車輛所產生之電磁場，除應有符合成本效益之曝露規範及防護措施外，宜再宣導及釐清其電磁場對人體健康之影響，以釋民眾疑慮。

調查委員：黃煌雄