

目 錄

從變電所、輸(配)電線路到高壓電塔	1
小常識	2
電磁波與電磁場	2
電場及磁場	2
變電所、變壓器、輸電與配電線路及家用電器用品等之電場與磁場	3
電力設備的建議值	3
電磁波之基本介紹	4
自然界的電磁波	4
民眾關心的電磁波發生源	4
非游離輻射與游離輻射的差別	5
基地台及行動電話對人體的健康效應	5
小常識	6
行動電話基地台、行動電話與 WiMAX	6
行動電話、WiMAX 基地台的建議值	7
基地台電磁波測量結果，真的高出國家標準萬倍嗎？	7
國際癌症研究署(IARC)人類致癌因子分類表	8
居家防範電磁波，終極防護守則	10
家電用品使用注意事項	10
使用行動電話應注意事項	12
結語	13

從變電所、輸(配)電線路到高壓電塔

陳先生與陳太太到郊外踏青散心，舉目可見三三兩兩的高壓電塔，想到前一陣子有關電磁波的負面報導，讓這對夫妻心理隱隱不安。路上碰見的王老先生已由電力公司退休數年，聽到陳先生的抱怨，娓娓道出高壓電塔建立的緣由。原來，電力系統中的變電所、變壓器、輸(配)電線路等電力設備是必要的，發電廠的電皆為極高的電壓，必須經過數次由高壓鐵塔支撐著的輸電線路送入變電所將電壓給予降低，再經由電線桿支撐的配電線路送入變壓器，將電壓降至日常生活中常見的 110 伏特和 220 伏特，這樣才能送至各個家庭提供用電。因此，高壓電塔和變電箱等為供電的必要設備。

現代人談癌色變，也對變電所、高壓電塔等電力設備有很大的疑慮，一旦發現罹患癌症，就免不了和陳先生、陳太太一樣，懷疑是不是電磁波肇禍。不過，癌症的形成有很多複雜的原因，不同癌症的差異也很大；以口腔癌為例，已知與嚼食檳榔、抽菸、喝酒有關；肝癌在台灣主要是 B、C 型肝炎病毒引起，而且根據現有的醫學文獻報告，血癌的潛伏期一般為 5 年，其他所有的癌症約需至少 10 年的潛伏期，因此民眾擔心附近變電所或基地台是否會造成癌症的發生，應考慮這些設備設立時間與癌症發生之前後時序關係，以及癌症形成所需的潛伏時間。此外，每種癌症都有其不同的特性與致病的原因，貿然將這些癌症的病因歸咎於電磁場，而忽略了其他生活型態、飲食習慣、基因等因素之影響，並不是正確之觀念。

關於癌症和電磁波之間的關係，不僅台灣民眾關心，在世界各地也都受到高度重視，因此世界衛生組織(WHO)自 1996 年開始「國際電磁波計畫」，全世界有 54 個國家、8 個國際研究組織共同參與。此計畫提供一個國際合作平台，蒐集並評估電磁波健康效應的最新科學證據，提供各界有關風險認知、風險溝通、風險管理險的資訊，也是目前全球最完整、客觀且具科學根據的參考資料，根據 WHO 第 193 號官方報告，將於 2012 年前提出各種電磁場的健康風險評估報告。

雖然有部分研究顯示極低頻電磁場有增加兒童白血病的風險，然其致病機轉一直還未證實，依現有國內外資料與文獻，電磁場與人體健康之關聯性尚無定論。WHO 下之國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer 簡稱 IARC)2002 年專家會議的報告指出，這些電力設備產生的極低頻電磁場，僅可能對兒童白血病有影響。除此之外，其他癌症是否與電磁場暴露有關，均未獲得證實。

小常識

● 電磁波與電磁場

電力或通訊設備運作過程中，同時產生電磁波與電磁場，一般媒體或民眾在談到這類議題時，常以電磁波統稱居多。電力設備屬極低頻範圍，關心的主要是電磁場效應，單位是磁通量密度-毫高斯(mG)。通訊設備屬高(射)頻範圍，主要是電磁波熱效應，單位是功率密度-毫瓦/平方公分(mW/cm²)。無論何種電磁場(波)，其能量都會隨著距離的增加而快速地衰減。

● 電場及磁場

只要物品的四周存有電壓，就會產生電場，因此輸電線的周圍也會有電場存在。摩擦塑膠板後拿近頭部時，頭髮會豎立起來；另外脫毛衣時會產生霹靂啪啦的聲音，這些都是因摩擦而產生得靜電現象。

當電流通過導體時會產生磁場，因此輸電線的周圍存在磁場。事實上地球是一個大型的磁鐵，我們的生活完全籠罩於「磁場」之中。放置塑膠墊板於磁鐵上，當上面灑上鐵砂後，可以發現幾條由鐵砂形成的線條連結北(N)極及南(S)極，這樣的現象可稱為磁場。

- 變電所、變壓器、輸電與配電線路及家用電器用品等之電場與磁場

只要用到電的地方，就有可能有電磁波的暴露，大至負責發送電力的高壓電塔，小至吹乾頭髮必備的吹風機，都產生著電磁波。

輸電線路將電力由發電廠送到變電所，配電線路則由變電所將電力送到家中。輸電線路和配電線路可能是架空的或地下的，架空的線路會產生電場和磁場，但是地下的電纜線在地面下只會產生磁場而不會有電場產生。

- 電力設備的建議值

電力相關設備(包括變電所、變壓器、輸電與配電線路及家用電器用品等頻率為 60Hz)的標準，是依行政院環保署 90 年 1 月公告的「非游離輻射環境建議值」，適用之標準為 833 毫高斯。

電磁波之基本介紹

自然界的電磁波

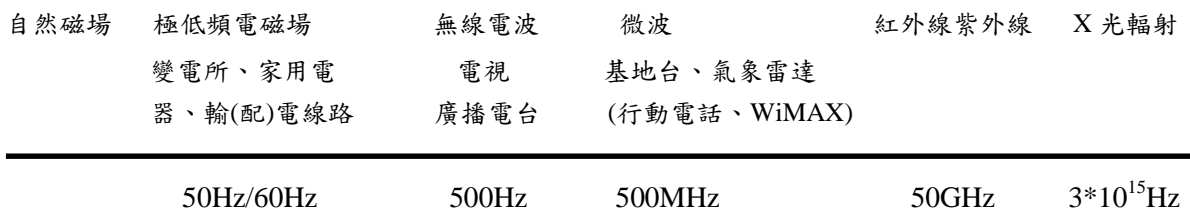
在乾冷的冬天裡穿脫毛衣，常有霹靂啪啪的爆裂聲，開車門也可能突然被「電到」，這些都是因為摩擦產生的靜電現象。

地球在自然狀態下，本來就具有電場和磁場，組成大家俗稱的電磁場。電場在空氣和其他大氣活動中產生，磁場由地球核心處的電流產生。地球磁場大約為 500 mG (毫高斯)。這些電磁場是直流式，非交流式，除非物體正在移動或旋轉，否則，不會誘發物體產生感應電流。

而在工業化社會中，只要有電壓存在，於電線或電器設備周圍就會有電場，電磁波可說無所不在。

民眾關心的電磁波發生源

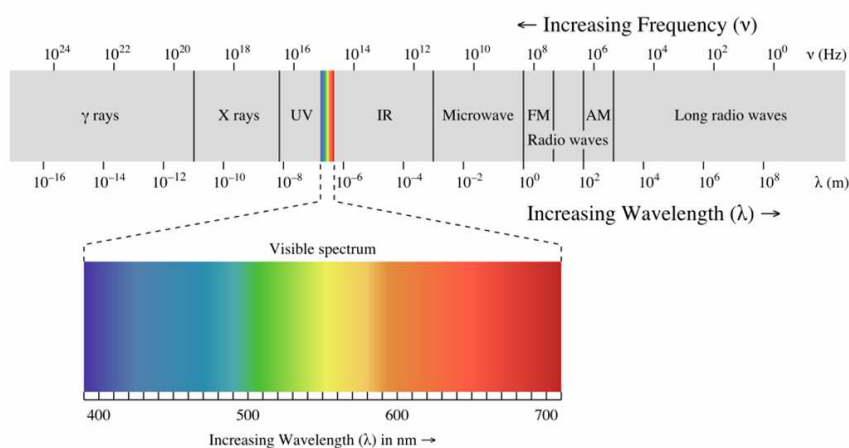
一般民眾關心的電磁波發生源，依其頻率不同，包括行動電話、WiMAX 基地台(天線)、廣播電台、電視台發射器、各式雷達、變電所、高壓輸配電線路及鐵塔等。



備註： 1 GHz = 1,000 MHz 。

非游離輻射與游離輻射的差別

電磁波可分為「游離輻射」和「非游離輻射」，游離輻射最為人熟知的就是 X 光、伽瑪射線(γ -ray) (例如輻射鋼筋污染) 等。非游離輻射係指頻率介於 30 kHz 至 300 GHz 的電磁輻射，波長為 1 mm (公釐)至 10 km (公里)。日常應用的項目非常多樣，例如行動電話基地台，還包括日常生活中使用的電器、紫外線、可見光、紅外線、雷射、微波、廣播站及電力線、高壓電塔等。這些設備產生的電磁波是相對微弱的，游離輻射的頻率比起非游離輻射高得多，穿透率強，必須嚴格防護，因此醫院的 X 光室都有鉛板隔間，避免輻射外洩。



在寬廣電磁波頻譜中，可見光譜只佔有非常狹窄的一小部份。

基地台及行動電話對人體的健康效應

現代社會民眾非常倚賴行動電話，但是卻不希望行動電話基地台設在自家附近，「某大樓頂樓架設了數十支行動電話基地台，住戶激動抗議。」這類新聞常見。然而，WHO 於 2006 年 5 月發表的 304 號報告指出，現階段沒有可靠的科學證據顯示，基地台產生的微弱電磁波會對人體產生負面的健康影響。該報告亦指出，基地台電磁波對人體產生的效應是造成體溫升高，且此作用非常微小，小到不影響人體健康。

世界各地常有基地台附近民眾罹癌率偏高的報導或傳聞，這些說法將所有癌症混為一談。事實上，不同的癌症有各自的成因和症狀，難以用單一共同原因(基地台)去解釋。

有少數人暴露於電磁波時，表示會有過敏的反應，WHO 統稱為電磁場過敏症(Electromagnetic Hypersensitivity, EHS)。其症狀包括皮膚發紅、刺痛感和燒灼感，以及神經衰弱和其他非特定症狀，如疲乏、勞累、不專心、眩暈、噁心、心悸和消化障礙等。然而，2005 年 12 月 WHO 發表的 296 號報告指出：目前並不存在電磁波過敏症與電磁波暴露間相關之科學證據。

國際癌症研究署(IARC) 已於 2011 年 5 月份公布 208 號報告，將射頻電磁波（行動電話）歸類為 Group 2B 級可能(possible)致癌因子；流行病學證據有限，且動物實驗證據有限或不足，並指出每天使用超過 30 分鐘且使用 10 年以上，會有較高的風險，另於 2011 年 6 月再度重申 193 號報告：過去二十幾年，已有多項研究進行行動電話與潛在健康風險之評估，但迄今，已知的科學證據並未證實使用行動電話與不良健康效應之因果關係。

小常識

● 行動電話基地台、行動電話與 WiMAX

行動電話基地台與行動電話(手機)均產生的非游離輻射稱為「射頻輻射」，其功率非常低，因此對於其周圍的暴露量也很有限，當你用手機通訊時，等於是在對超小型基地台說話。而這些訊息會經由電話線路系統，再傳送到受話端的基地台或家用電話。

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, 即無線寬頻接取)，是一種無線上網技術，需架設較大的無線基地台來溝通訊號，WiMAX 可在移動狀態下遠程無線傳輸大量的資訊。

- 行動電話、WiMAX 基地台的建議值

儘管非游離輻射電磁波對人體影響十分微小，但政府仍對行動電話基地台之電磁波暴露訂有標準。行政院環保署 90 年 1 月公告的「非職業場所之一般民眾於環境中暴露各頻段非游離輻射之建議值」，其中 GSM 900MHz 的標準，需低於 $0.45 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；而 GSM 1800MHz 的標準，則需低於 $0.9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。96 年 7 月發照的 WiMAX (基地台頻率約在 2~6 GHz) 的標準，需低於 $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

環保署的環境建議值是參考國際非游離輻射防護委員會 (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) 所訂定的暴露標準，係在對動物與人體健康影響進行評估基礎上制定，並擇對人體健康產生效應之電磁場暴露量，再乘以 1/50 的安全係數作為建議值的依據。WHO 支持此國際暴露建議值，並認為依現有的科學資料顯示，這些建議值對一般大眾之電磁場暴露，已提供足夠之保護，也同時考慮了安全及已知的健康因素。

- 基地台電磁波測量結果，真的高出國家標準萬倍嗎？

看到媒體報導某大樓電磁波上萬的消息，大家總是一陣恐慌，若仔細分析，會知道這是因為使用了不同量測單位產生的錯覺。以某次報導知名大樓騎樓下測得電磁波 $40,000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ 為例，如果不管使用單位，突然看到 40,000 與國家標準 0.45 的數字相比(以標準較嚴格的 GSM 900MHz 為例，國家標準為 $0.45 \text{mW}/\text{cm}^2$)，的確高的嚇人；但是每 $40,000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ，若換算為環保署公告的慣用單位 mW/cm^2 ，會成為 $0.004 \text{mW}/\text{cm}^2$ ，這 2 個單位有 1,000 萬倍(10^7)的差異。所以要說 40,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ 高出國家標準萬倍前，要先考慮在相同的測量單位上比較，以 $0.004 \text{mW}/\text{cm}^2$ 跟國家標準 $0.45 \text{mW}/\text{cm}^2$ 相比，其實是標準的 0.009 倍，遠低於國家標準，瞭解正確的量測單位，將讓我們更為清楚事實的真相。
公式：

1 mW(毫瓦)=1,000 μW(微瓦)

1 mW/cm²=1,000 μW/cm²=100²*1,000 μW/m²=10⁷ μW/m²=1,000 萬μW/m²

資料 來源使用單位	媒體報導	環保署環境建議值
mW/cm ²	0.004	0.45
μW/m ²	40,000	4,500,000

● 國際癌症研究署(IARC)人類致癌因子分類表

現今環境中存有許多可能的環境致癌物質，國際癌症研究署(IARC)已將之整理分類成若干等級。例如：在致癌物質的分類中，極低頻與射頻電磁場均歸類為 2B 級，與咖啡、汽油引擎廢氣等同一級 (如下表)。

歸類級別	歸類說明	範例
1 級 確定 為致癌因子	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 人體致癌證據充足。 ▶ 在極少數的例外，人體致癌證據不夠充足狀況，動物實驗有足夠證據，且有極強的證據指在人體的暴露上，有相關的致癌機轉關聯。 	石綿、芥子氣、γ射線、菸品、檳榔、高溫油炸澱粉（炸薯條）、甲醛。
2 級	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 在人體的致癌幾乎充足；或是無人體資料，但存在動物實驗的證據。基本上區分為 2A(極有可能致癌)與 2B(可能致癌)，係依據流行病學與致癌的實驗證據與機轉性及其他相關的資料。該兩者並非代表定量的差異 而只是來說明不同的人體致癌證據等級，極有可能致癌等級高於有可能致癌。 	
2A 級 極有可能 (probable)為致 癌因子	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 人體的致癌證據有限，但動物實驗的證據充分。另外有時因人體致癌證據不充分，但動物實驗的致癌證據充足，且有相當強烈的證據指出人體亦有相似之致癌機轉，因而也歸類於此項致癌等級。 ▶ 人體的致癌證據有限之情況，有下列少數情形的例外仍歸於 2A。同一類別化合物有一種或多種已被歸於 Group 	柴油引擎廢氣、太陽燈、紫外線輻射。

歸類級別	歸類說明	範例
	1 或 Group 2A，因此也被歸於 Group 2A。	
2B 級 可能(possible)為 致癌因子	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人體致癌性的證據有限，且動物實驗的證據尚不充足。 ➤ 人體的致癌證據不足，但動物實驗的致癌證據充足。 ➤ 有些情況下，其人體致癌證據不足，且動物實驗的致癌性證據也尚未充足，不過由於其在生物機轉與其他相關資料上具有強而有力的證據顯示其致癌傾向，仍可被歸於此類。 	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)。
3 級 無法歸類為致癌 因子	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人體致癌性不足，且動物實驗證據亦不足或無法歸入其他類別。 ➤ 少數的例子是人體的致癌性證據不足但動物實驗的證據充足而被歸於此類。因具有充分的證據說明動物實驗的致癌機轉不可能作用在人體上。 ➤ 分類在第 3 類並非代表非致癌物或保證其具安全性。其代表尚需有更多的研究，尤其是暴露情況很普遍時，或有不同來源造成癌症之情況下。 	甲苯、氨比西林(盤尼西林之一種)、次氯酸鹽。
4 級 極有可能為非致 癌因子	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人體及動物均欠缺致癌性證據。 ➤ 有時該因子的人體致癌證據尚不充足，動物實驗亦缺乏致癌性證據，但因有一致及較完整的機轉及其他相關的資料，因此歸於此類。 	己內醯胺(合成尼龍塑料的中間原料)

居家防範電磁波，終極防護守則

「電磁波」無所不在，大多數民眾注意到高壓電塔輸配電線路與變電所的電磁場問題，但忽略電器化生活中，各種家電用品也會產生電磁場。高壓電塔輸配電線路與變電所電磁場，離住家多半有一大段距離，所以對住家影響不大；反倒是家用電器，多為近距離使用，其關切應的重點是保持適當的距離。因此，雖然家電用品之健康風險證據未明，WHO 仍建議民眾在預防原則下，養成正確使用電器的習慣，以最小的成本達到防範目的。

家電用品使用注意事項

民眾使用家電產品前，應注意產品和自身的距離，因為離身體愈近，電磁場強度愈大。有些必得須近距離使用的電器，如吹風機、電動刮鬍刀、吸塵器等，應儘量縮短使用時間；至於微波爐、烤箱、電磁爐等，則建議使用時儘量保持距離。

選購電腦時，也要注意電磁波高低，一般而言，液晶監視器（LCD）產品的電磁波較低。此外，使用電器用品時，也要儘量與頭部保持距離。例如很多家庭會在床頭擺放音響，以方便睡前聽音樂，不過床頭音響離頭部太近了，可能帶來健康隱憂。此外，當電器用品充電時，也要儘量與人體保持距離，至少距離 30 公分以上，尤其避免將充電器放在床頭或床邊。平時記得隨手關閉不必要之電器用品或照明燈具，不但節省能源，更可避免不必要的電磁波。

下面表列是德國聯邦輻射安全部所公布，由家用電器所發出的磁場量之檢測概況，供大眾參考；其中，影響電器設備之磁場量的最主要因

素是距離，同時功能相同的產品，也會因設計不同，產生不一樣的磁場量。

(測量單位：毫高斯, mG)

電器設備	距離 3 公分	距離 30 公分	距離 1 公尺
吹風機	60-20,000	0.1-70	0.1-0.3
電動刮鬍刀	150-15,000	0.8-90	0.1-0.3
吸塵器	2,000-8,000	20-200	1.3-20
日光燈	400-4,000	5-20	0.2-2.5
微波爐	730-2,000	40-80	2.5-6
手提式音響	160-560	10	<0.01
電烤箱	10-500	1.5-5	0.1-0.4
洗衣機	8-500	1.5-30	0.1-1.5
電熨斗	80-300	1.2-3	0.1-0.3
洗碗機	35-200	6-30	0.7-3
電腦	5-300	<0.1	
電冰箱	5-17	0.1-2.5	<0.1
彩色電視	25-500	0.4-20	0.1-1.5

*資料來源：德國聯邦輻射安全部，1999。上表粗體字之標識代表最常使用之距離。

使用行動電話應注意事項

隨著科技的日新月異，業者紛紛推出具有多功能智慧型之行動電話，它的功能不僅侷限於通話與傳送訊息，亦有上網與娛樂功能，可能使兒童與青少年對行動電話的依賴性增高。雖國家通訊傳播委員會(NCC)已要求通訊業者，在所有新式行動電話上市之前，必須標示檢驗合格的「電磁波能量比吸收率」(SAR)值。檢驗合格的行動電話，其電磁波輻射均符合 CNS 國家標準及國際標準。但為關注兒童與青少年健康，專家建議手機使用應注意下列事項：

- 1.行動電話建議用於緊急聯絡之需，並儘量縮短通話時間或以簡訊代替。
- 2.通訊不良時，儘量避免使用。
- 3.在撥打或接聽行動電話時，建議儘量遠離頭部，或使用免持裝置。
- 4.手機充電及手機放置處應儘量遠離身體。
- 5.儘量使用有線電話。
- 6.建議睡前關機。

結語

科技的進步為人類社會帶來革命性的改變，曾幾何時，現今人們若少了行動電話、電腦，就像失去了手腳一般，覺得寸步難行。然而，在享受科技便利的同時，人們也憂慮起這些科技產品對環境、人體可能造成的潛在危害。電磁波到底會不會對人體的健康帶來負面的影響，國內外之科學界至今仍無確切之定論，尚需進一步做長期的追蹤與探討。但，正確認識電磁波，並以預防原則，提高自我警覺，確保遠離風險，避免造成不必要的恐慌，應是民眾面對電磁波最佳的態度。本局以 WHO 及其他先進國家的報導與研究為藍本，製作此一手冊，期待能為國人稍釋疑問，並安心地享受現代科技所帶來的便利。

致謝

本手冊特別感謝國立陽明大學李俊信教授熱心協助更新。

感謝行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處謝仁碩技士、國家通訊傳播委員會謝志昌技士熱心協助審查，提供寶貴意見。

相關網站：

行政院衛生署國民健康局（首頁/民眾關切議題）

<http://www.bhp.doh.gov.tw/>

行政院環保署非游離輻射管制網

http://ivy1.epa.gov.tw/nonionized_net/

台灣電力公司

<http://www.taipower.com.tw/>

國家通訊傳播委員會

<http://www.ncc.tw/>

國家通訊傳播委員會-認識基地臺電磁波網站

<http://211.79.138.107/who/index.html>

陽明大學電磁場與人體健康網站

<http://www.ym.edu.tw/rad/powerline/main.htm>

國際非游離輻射防護委員會（International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection，ICNIRP）官方網站

<http://www.icnirp.de/>

世界衛生組織（World Health Organization，WHO）官方網站

<http://www.who.int/en/>

中華民國行政院衛生署國民健康局

漫談電磁波手冊

發行人：邱淑媿

發行單位：行政院衛生署國民健康局

地址：(24250)新北市新莊區長青街2號

總機：(02)29978616

網址：www.bhp.doh.gov.tw