

電磁場與公眾健康：極低頻電磁場

我們四周環境中均存在不同頻率的電磁場。由於科技的進步和新技術的應用，我們暴露在各種頻率電磁場的機會亦隨之增加。

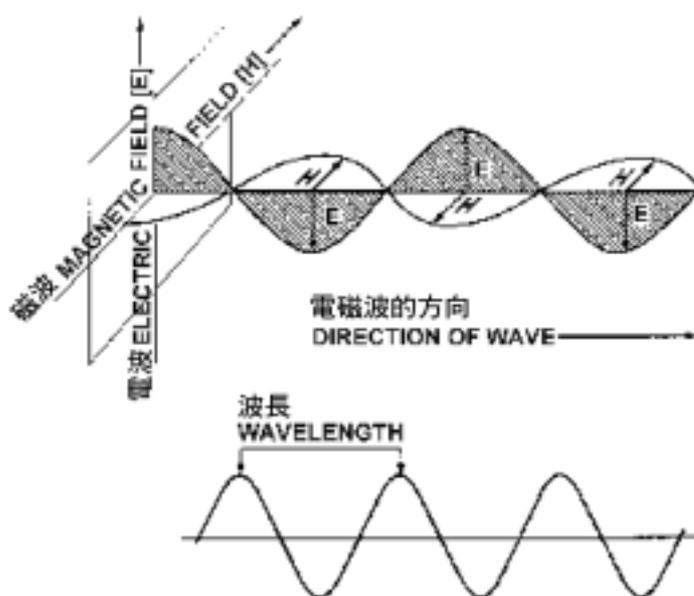
一般大眾均認同在日常生活及醫療方面使用電力的好處，而在過去 20 年，他們亦越來越關注暴露在極低頻電場及磁場對我們健康可能造成的不良影響。該類電磁場主要來自輸送及使用電源頻率 50/60 赫茲的電力。

世界衛生組織正透過國際 EMF 項目研究電磁場與健康的關係。我們必須清楚了解電磁場對健康的影響，並在有需要時採取適當的緩解措施。現時的研究結果往往存在一些矛盾的地方，故在安全問題未有實質定論前，公眾人士會感到困惑和缺乏信心。

本文件旨在提供有關暴露在公眾及工作場所中極低頻電磁場的資料及其對健康可能造成的影響。本文件的資料來自世界衛生組織有關這個課題的檢討，以及其他著名機構在近期進行的檢討。

極低頻電場及磁場

電磁場包括電波和磁波的同時傳輸，如下圖所示。電(E)波和磁(H)波以光速前進，以頻率和波長作為其特性。頻率指電波 / 磁波在每個時間單位的振動次數，以赫茲(1 赫茲 = 每秒 1 周期)為單位。波長則指電波 / 磁波在一次振動(或一個周期)所產生的距離。



正弦電磁波

極低頻電磁場指頻率在 300 赫茲以下的電磁場。在這樣的低頻率下，空氣中的波長會十分長(50 赫茲為 6000 千米及 60 赫茲為 5000 千米)。在實際的情況下，電場和磁場各自獨立振動，並應分開量度。

電場由電荷產生，並支配電場內其他電荷的活動，強度以伏特 / 每米 (V/m)或千伏 / 每米 (kV/m)為單位。電荷在物

體上積聚後，會發生對同性電荷相斥、異性電荷相吸的趨向。這種趨向的強度是用**電壓**來表示，以伏特(V)為量度單位。任何接駁至電源插座的裝置，即使沒有啟動開關，亦會產生與接駁電源電壓成正比的相關電場。越接近裝置，電場的強度便越強，強度會隨着距離增加而減弱。一般物料，例如木、金屬，可對電場起屏蔽作用。

磁場因電荷的流動(即**電流**)而產生，並支配移動電荷的流動，強度以安培／每米(A/m)為量度單位，但通常以量度相關的磁感應的單位特斯拉(T)、毫特斯拉(mT)或微特斯拉(μ T)來表達。有些國家亦以高斯(G)作為量度磁感應的單位($10,000\text{ G} = 1\text{ T}$, $1\text{ G} = 100\ \mu\text{T}$, $1\text{ mT} = 10\text{ G}$, $1\ \mu\text{T} = 10\text{ mG}$)。任何接駁至電源插座的裝置，當電源啟動及電流流動時，便會產生與接駁電源電流成正比的相關磁場。越接近裝置，磁場的強度便越強，強度會隨着距離增加而減弱。大部分一般物料均無法把磁場屏蔽，而且可輕易地讓磁場穿透。

來源

自然產生的 50/60 赫茲電場及磁場的強度極低，強度分別為 0.0001 V/m 及 $0.00001\ \mu\text{T}$ 。人體暴露在極低頻電磁場主要與發電、輸電和使用電能有關。社區、住宅及工作場所中可找到的極低頻電磁場來源及通常的上限數值列舉如下：

社區：發電站的電能通過高壓輸電電纜分配至各社區，然後由變壓器把電壓降低，以便接駁至住宅配電電纜，繼而把電能輸送到家居。架空輸電電纜下的電場及磁場強度也許分別高達 12 kV/m 及 30 μ T；在發電站及電力分站周圍，電場的最高強度也可達至 16 kV/m，而磁場的強度則或許高達 270 μ T。

住宅：影響住宅內電場及磁場強度的因素眾多，包括與鄰近架空電纜的距離、家居使用的電器數目和種類、屋內電力線路構成的形式和位置等。大部分家居內的電器和電力設備周圍的電場強度一般不超過 500 V/m，而磁場強度則一般不超過 150 μ T。在這兩種情況下，若距離越短，電場及磁場的強度可能會較大，但其強度會因距離增加而迅速減弱。

工作場所：任何行業的電力設備和線路周圍均有電場及磁場，維修輸電電纜和配電電纜的工人可能會暴露在很大的電場及磁場之下。發電站和電力分站內的電場及磁場強度也許分別高逾 25 kV/m 和 2 mT；焊接工人受到磁場的照射也許可高達 130 mT；感應電爐和工業電解電池附近的磁場強度可高達 50 mT；辦公室人員在使用影印機和視頻顯示終端機等設備時，只會暴露在非常低的電場及磁場。

對健康所造成的影響

極低頻電磁場與生物組織互相感應後的唯一實質影響，是產生感應於體內的電場及電流，但是，因受到我們周圍環

境一般存在的極低頻電磁場的照射而感應的電流數值，其實較我們體內自然產生的電流數值為低。

電場研究：現有證據顯示，人體暴露在強度達 20 kV/m 的電場，除了身體表面會感應電荷的刺激外，對身體構成的影響只屬輕微，而且無害。至今仍未有資料顯示，逾 100 kV/m 的電場強度會對動物的繁殖或發展造成影響。

磁場研究：只有極少經確定的實驗證據指住宅或環境中的極低頻磁場會影響人體生理及行為。在一些由自願人士接受暴露在數小時強度達 5 mT 的極低頻磁場的臨床及生理測試結果顯示其影響甚微(包括血液變化、心電、心跳率、血壓和體溫)。

抗黑色素激素：有些研究員報導，暴露在極低頻電磁場可壓抑抗黑色素激素(一種控制人體日夜周期的荷爾蒙)分泌。由於有人指稱抗黑色素激素可防止乳癌，故抑壓抗黑色素激素可能會令誘發乳癌的機會增加。現時已有一些證據顯示在有關的動物實驗中抗黑色素激素會受到影響；至於由自願人士協助進行的研究，則仍未確定人體抗黑色素激素會否受到類似的影響。

癌症：現時仍未有令人信服的證據顯示極低頻電磁場會直接破壞生物分子，包括脫氧核糖核酸(DNA)，故相信不大可能會引起癌變，但這方面的研究仍繼續進行，以確定暴露在極低頻電磁場會否對促進癌細胞的增長或與其他因子共

同促進癌細胞的增長構成影響。最新的動物研究並無發現證據證明暴露在極低頻電磁場中會引致癌症。

流行病學研究：在 1979 年，Wertheimer 和 Leeper 報告稱，兒童患白血病與連接該等兒童家居之配電電纜的線路有關。自此之後，大量研究進行以跟進該項重要發現。美國國家科學院在 1996 年分析有關文件後，認為兒童若居住在架空電纜附近，其患上白血病的機會便會增加(相對風險為 1.5 倍)，但卻不會影響患上其他癌症的機會。在這些研究中，並無發現成人患上癌症的機會與暴露於居所附近的架空電纜有關。

在過去 10 年對在工作場所中暴露在極低頻電磁場的人士進行了大量研究，但研究結果有很多矛盾的地方。研究顯示電業工程人員患上白血病的風險或有少許上升，卻未有考慮當中的其他因素(如工作地點可能放置了化學品)。由於沒有把暴露在極低頻電磁場的評估與其他同時暴露在致癌風險物質的關係連繫一起，因此，現仍未能確定暴露在極低頻電磁場和癌症之間的因果關係。

美國國立環境衛生科學研究所小組：美國國立環境衛生科學研究所(NIEHS)已完成其為期 5 年的 RAPID 計劃。該計劃反覆和擴大研究暴露在極低頻電磁場與健康之間可能存在的關係，並進一步研究極低頻電磁場是否確實對健康造成影響。在 1998 年 6 月，NIEHS 成立國際工作小組，以便檢討研究結果。該小組採用國際癌症研究機構(IARC)所

訂的準則，認為極低頻電磁場應界定為「懷疑對人類致癌」類別。

IARC 把潛在致癌物的科學證據劃分為三個類別(「懷疑對人類致癌」、「可能對人類致癌」及「對人類致癌」)，當中以「懷疑對人類致癌」為最低類別。IARC 對科學證據還有兩個分別為「不可分類」及「可能不對人類致癌」的分類，但 NIEHS 工作小組認為研究結果有充足理據排除這兩個分類。

「懷疑對人類致癌」這分類是指只有有限證據證明某媒介會令人類致癌，也沒有充分證據證明這種媒介會令實驗動物致癌。因此，**這種分類是以科學證據的充分程度，而非以媒介的致癌性強度或其致癌風險為基礎**。「懷疑對人類致癌」表示只存在有限的可信證據指暴露在極低頻電磁場或許會引致癌症。由於現有證據未能排除暴露在極低頻電磁場會引致癌症的可能性，故現時需要進行更具針對性、高質量的研究，以解決這個問題。

NIEHS 工作小組的決定主要是基於流行病學研究所得的一致性結果，即居住在架空電纜附近的兒童患上白血病的風險明顯較高。一些研究兒童白血病發病率與居住接近架空電纜及在家居 24 小時內量度的磁場的關係而得出的結果亦支持這個論據。此外，工作小組亦發現有限的證據顯示因職業環境而患上慢性淋巴細胞白血病的發病率有所增加。

國際 EMF 項目

世界衛生組織國際 EMF 項目的設立是致力解決因暴露在電磁場所引起的健康問題。經過科學檢討後，已確定知識上的差距，因此，這項目已訂出未來幾年的研究議程，以確保健康風險得到最佳的評估。IARC 已訂定在 2001 年舉行一個正式的專責小組會議，以評估有關結果。世界衛生組織將會採納 IARC 所得的結論，並在 2002 年完成癌症之外的健康風險評估。如欲取得更多資料，可瀏覽世界衛生組織國際 EMF 項目的網頁，網址為 <http://www.who.ch/emf>。

國際標準

國際非電離輻射防護委員會(ICNIRP)已出版了所有關於電磁場照射限值的指引。該指引對已知的健康效應及因接觸外界電場內的帶電荷物體的健康效應提供適當保護。很多國家所建議的電磁場照射限值大致上也與國際非電離輻射防護委員會所訂的限值相似。國際非電離輻射防護委員會為非政府機構(NGO)，但已獲世界衛生組織正式承認，亦是國際 EMF 項目的參與機構。當 EMF 項目完成新的健康風險評估工作後，國際非電離輻射防護委員會便會重新評估有關指引。

保護措施

永久安裝在高壓架空輸電電纜附近的金屬欄杆、屏障或金屬類建築物等大型導電物體均應接地，否則，架空電纜可能會令它們帶著由感應而產生的電荷，電荷的電壓可高至足以使任何人士接近或接觸該物體時觸電，因而感到吃驚及不安。此外，任何人士如觸碰停泊在高壓架空電纜下或其附近的汽車或巴士時，亦可能會有觸電感覺。

公眾人士：由於現時的科學資料說服力有限及未能確定我們在日常生活中一般遇到極低頻電磁場照射的強度會對健康造成不良的影響，故市民無需採取任何特別的保護措施。如有關場所存在高照射強度的極低頻電磁場源頭，一般會以圍欄或屏障使公眾人士不能接近，因此無需採取額外的保護措施。

工人：若暴露在 50/60 赫茲的電場，只需使用屏障物料，便輕易地獲得保護，但只有在較強電場範圍工作的工人，方需要這類屏障物。如電場強度非常高，更普遍的做法是限制任何人士進入電場範圍。由於目前尚未有實際而經濟的方法對極低頻磁場作出防護，限制任何人士進入高強度磁場是唯一實際的方法。

極低頻電磁場的干擾

高強度的極低頻電磁場會干擾心臟起搏器或其他電子醫療植入裝置。使用該類裝置的人士應與他們的醫生聯絡，以

便讓醫生決定有關裝置會否受到電磁化干擾。世界衛生組織呼籲製造商在生產該類裝置時，應盡量令產品受到電磁干擾的情況減低。

在辦公室工作的人士可能會看到電腦終端機畫面上的影像移動，如果在終端機周圍的極低頻磁場強度大於約 $1 \mu\text{T}$ (10 mG)，便會干擾畫面上由電子產生出來的影像。要解決問題，簡單的做法是把電腦搬到房間的另一處，而該處的磁場強度需在 $1 \mu\text{T}$ 以下。為辦公室或住宅樓宇供應電力的電纜附近，又或者變壓站周圍，都有這類磁場存在。這類磁場一般強度遠低於限值，故不會對健康造成影響。

噪音、臭氧和電暈

在電力變壓器或產生電暈的高壓架空電纜附近均可聽到嗡嗡聲的噪音(見下文)。噪音可能造成滋擾，但電磁場對健康造成的影響跟這些聲音無關。

影印機或其他使用高壓電力操作的電力設備會釋放出臭氧。臭氧是一種無色氣體，氣味刺鼻。電暈在空氣中放電亦會把氧分子轉化為臭氧。雖然人們很容易嗅到臭氧，但影印機及類似設備周圍的臭氧濃度均遠低於有礙健康的標準上限。

高壓架空電纜附近會產生電暈或在空氣中放電的現象，在潮濕的晚上或下雨天有時會看見電暈或放電的情況，亦會

產生噪音及臭氧。在架空電纜附近的噪音和臭氧濃度均不會影響健康。

在研究繼續進行期間應該怎樣做？

國際 EMF 項目的目標之一，是協助各地政府衡量使用電磁場科技的好處及其損害(假使證實會對健康造成不良影響的話)，以及決定是否需要採取保護措施。世界衛生組織仍需要數年時間，方可完成研究和評估工作及公布有關結果。現時，世界衛生組織建議：

嚴格遵守現行的國家或國際安全標準：該等標準乃根據現有的知識來訂定，以保障群體中每一個人。

採取簡單的保護措施：在高強度的極低頻電磁場來源周圍豎立圍欄或屏障，以阻止任何人士在未獲授權的情況下進入可能超逾國家或國際電磁場照射限值的的地方。

在建設新架空電纜時，諮詢有關當局及公眾：建設架空電纜的目的，是為客戶供應電力。雖然架空輸電電纜和配電電纜附近的極低頻電磁場水平不會危害健康，但選擇敷設架空電纜的地點時，必須考慮美感和公眾的敏感性。在策劃階段，供電公司與公眾應公開溝通和討論，讓公眾更了解和更易接受新的設施。

有效的健康資訊和溝通機制能幫助科學家、政府、業界和公眾知悉有關處理極低頻電磁場照射的計劃，並減少公眾的疑慮和恐懼。

如何找到更多資料？

國際 EMF 項目評估頻率介乎 0 – 300 GHz 之間的電磁場對健康及環境所造成的風險。該計劃設於瑞士日內瓦世界衛生組織總部。如欲取得更多資料，請瀏覽該計劃的網頁，網址為 <http://www.who.ch/emf>，或與 Dr Michael Repacholi 聯絡（地址：International EMF Project, Global Hazards Assessment and Radiation；電話號碼：41 22 791 3427；傳真號碼：41 22 791 4123；電郵地址：repacholim@who.ch）。

其他參考資料

ICNIRP (1998) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522.

NIEHS (1998) Assessment of health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. Portier CJ and Wolfe MS (eds) NIEHS Working Group Report, National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institute of Health, Research Triangle Park, NC, USA, pp 523. 可向 NIEHS 索取或瀏覽該研究所的網頁，網址為 <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm>。

Repacholi M and Greenebaum B (1998) Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living systems: health effects and research needs. Bioelectromagnetics (In press). (Summary report of WHO scientific review meeting on static and ELF held in Bologna, 1997).

WHO (1997) WHO's Agenda for EMF Research. World Health Organization publication WHO/EHG/98.13, WHO Geneva, 亦可於國際 EMF 項目的網頁內找到有關資料，網址為 <http://www.who.ch/emf/>。