

## 電磁場與公共衛生 暴露於極低頻電磁場

電力使用在日常生活中無可或缺。在電流傳輸過程中，電場及磁場存在於電力傳輸線及電器用品周圍。從 1970 年代末期起，有關極低頻率（ELF）電場及磁場（EMF）暴露的健康危害疑慮逐漸升高，至今科學界已成功地解決不少重要議題，並縮小未來研究的焦點。

世界衛生組織（WHO）於 1996 年建立國際電磁場計畫（International Electromagnetic Fields Project），以研究科技產品電磁場所引起的潛在健康風險。最近 WHO 的專案小組已經完成極低頻電磁場與健康之相關文獻回顧（WHO, 2007）。

這份說明書以該專案小組之研究發現為依據，並更新 2002 年由 WHO 支助的國際癌症研究署（International Agency for Research on Cancer, IARC），與 2003 年國際非游離輻射防護委員會（International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP），所發表的極低頻電磁場健康效應文獻回顧。

### 極低頻電磁場的來源與其暴露下的住宅

電磁場存在於電流通過的地方，如電線、纜線、住宅配線以及電器用品中。電場因電荷產生，測量的單位是「伏特/公尺」（V/m），並可被一般的材質，如木頭或金屬等隔絕。磁場因電荷的流動（電流）產生，測量單位是「特士拉」（tesla, T），但一般以「毫特士拉」（millitesla, mT）或「微特士拉」（microtesla,  $\mu$ T）表示，某些國家則採用「高斯」（gauss, G, 10,000 G=1T, 1 $\mu$ T=10mG），磁場可輕易穿透一般物質，很難屏障。無論電場或磁場，強度都和距離有關，距離發射源越遠，強度就越弱。

多數電力以每秒 50-60 次的頻率運轉，稱為「赫」（Hertz, Hz）。在某些電器設備周遭，磁場強度可以達到數百至數千毫高斯（mG）。位於電線下方的磁場強度大約為 200 mG，而電場強度可達每公尺數千伏特；不過住宅區的平均磁場強度遠低於這個數值，在歐洲大約是 0.7 mG，北美則為 1.1 mG。住家電場強度平均為每公尺數十伏特。

### 專案小組評估

2005 年 10 月，WHO 召集科學專家成立專案小組，評估暴露頻率範圍在 0 到 100,000 赫之極低頻率電場及磁場對健康的風險。IARC 於 2002 年主要回顧極

低頻電磁場與癌症的關連性，而 WHO 的專案小組則針對數種健康效應進行回顧，並且更新與癌症相關之研究證據。其結論與建議發表於 2007 年 WHO 出版的「環境衛生標準專論」(WHO Environmental Health Criteria monograph)。

根據健康風險評估的標準程序，專案小組的結論是，目前一般大眾可能的電場暴露，並沒有實質的健康疑慮。因此本說明書的重點，主要是暴露於極低頻磁場的效應。

## 短期效應

目前已有足夠證據顯示，短時間暴露於高強度（遠高於 1000 mG 以上）之磁場會產生明確的生物物理反應。外來的極低頻率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的反應強度。

## 潛在之長期效應

兒童白血病是探討長期暴露於極低頻磁場的風險研究焦點。2002 年國際癌症研究署發表的專文，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的證據有限，在動物實驗中也沒有足夠證據支持其致癌性（咖啡以及焊接煙均屬此類）。該分類是根據綜合分析流行病學研究，顯示暴露在平均磁場強度超過 3 至 4mG 之住宅者，兒童罹患白血病之危險性增加為兩倍。專案小組認為，其後的新研究，並未改變原本的致癌分類。然而，流行病學證據會因為研究方法的問題而削弱，例如潛在的抽樣誤差。另外，目前暴露於低劑量電磁場與癌症發展之生物物理學機制仍未有定論，因此，如果低劑量暴露會造成任何健康效應，可能是經由未知的生物機轉。除此之外，動物實驗結果多半未能證實兩者的相關，因此，綜合目前兒童白血病之證據，仍不足以支持因果關係。

兒童白血病是一種比較罕見的疾病，在 2000 年，估計全世界發生 49,000 個新案例，而住家平均磁場強度超過 3 mG 者很少見，據估計大約只有 1% 至 4% 的兒童居住於此種環境。若磁場暴露與兒童白血病具因果關係，根據 2000 年之數據，應有 100 至 2,400 個兒童白血病新案例可歸因於極低頻磁場暴露，亦即 0.2% 至 4.95% 的發生率。從全球的觀點來看，如果極低頻磁場確實增加致病的風險，其對公共衛生的影響也很有限。

許多研究探討極低頻磁場對健康的其他可能危害，包括其他兒童癌症、成人癌症、憂鬱、自殺、心血管功能異常、生殖障礙、發展異常、免疫功能變化、神經行為效應，以及神經發展疾病。WHO 專案小組的結論是，這些可能危害之科學證據較兒童白血病之研究結果更為薄弱。以心血管疾病與乳癌為例，證據顯示磁場暴露不是導致這兩種疾病的原因。

## 國際暴露指引

國際上已確認短期暴露於高強度磁場的健康效應，有兩份國際暴露指引，分別由國際非游離輻射防護委員會於 1998 年與電機與電子工程師學會於 2002 年發表。目前，這兩個組織認為，長期、低劑量極低頻磁場暴露可能引起健康效應的科學證據，不足以支持降低其暴露建議值。

## 世界衛生組織指引

短期暴露於高強度電磁場造成之健康危害已經科學證實（ICNIRP, 2003），為保護勞工與一般大眾，政策制定者應採行國際暴露指引。在電磁場強度預期超過規範值處，電磁場保護計畫應包括暴露強度的測量。

至於長期效應，由於極低頻率磁場的暴露與兒童白血病相關的證據薄弱，因此降低暴露的健康效益不明確，有鑒於此，世界衛生組織建議：

- 政府與產業應監測科學進展並鼓勵相關研究，以降低極低頻電磁場暴露造成健康效應之科學證據的不確定性。經由極低頻電磁場風險評估，已經確認科學應補強的地方，可據以研擬新研究計畫。
- 鼓勵會員國邀集利益相關者建立有效且開放的溝通方案，以確保在資訊公開的情況下進行決策，包括規劃設置產生極低頻電磁場的設施時，改善與產業、地方政府與民眾的協調溝通。
- 在修建新設施和設計新儀器時（包括電器用品），可嘗試發展低成本降低暴露的方法。降低暴露的適宜方法因國情而異，但不該採行不合理低暴露規範的政策。

## 進一步讀物：

WHO - World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, World Health Organization, 2007.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon,

IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80) .

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz) . Bernhardt JH et al., eds. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2003 (ICNIRP 13/2003) .

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

IEEE Standards Coordinating Committee 28. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz. New York, NY, IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002 (IEEE Std C95.6-2002) .

### 聯絡方式

WHO Media centre

Telephone: +41 22 791 2222

E-mail: [mediainquiries@who.int](mailto:mediainquiries@who.int)

WHO322 號報告原文網址：

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html>

(本說明書由台大公衛學院健康風險及政策評估中心協助翻譯)