



為什麼怕 電磁場

悲哀的是，把數億美元花在這些不確定和矛盾的研究上，
並無法避免兒童癌症悲劇，只製造出憂慮和恐懼
該是停止浪費資源的時候了
應該研究白血病細胞繁殖的真正生物學。

-- 美國《新英格蘭醫學期刊》(1997)

林基興

3年前，筆者接到台中一位婦女的電話，她是在報上看到筆者受訪，談「電磁場對人體的健康效應」。她的丈夫和孩子都安康，家庭和樂，但是幾年前有一天她看到報導，言之鑿鑿地描述電磁波會讓小孩得白血病，還有其他身心病症。她一想到自家附近有高壓電線經過，馬上神經緊繃，開始擔心全家大小的健康，每天緊張和憂慮弄得全家雞犬不寧。電磁場無影無蹤，會波及無辜嗎？

電磁場無所不在

電磁場（電磁波）以輻射傳遞能量，依能量強弱可區分為游離輻射（可打斷人體細胞分子的鍵結，例如X光）與非游離輻射。本文主要針對非游離輻射中的低頻電磁場（約數千赫茲以下，主要是台電電線和家電），了解它與人體健康效應的關係。

電與磁自然存在，閃電和磁石即是。成千上萬年以來，人類就習慣生活在電磁場環境中，其

中，光還是人類的生命所繫，而閃電似乎是生命誕生的要件（億萬年前促使胺基酸的合成）！此外，地球本身就有個大磁場，飛行的鳥、水中的魚都借助地球磁場行動。有些魚類等生物也可發出強烈電場。

電場容易屏蔽，電的良導體即可屏蔽電場，變壓器封在接地的鐵箱內，使外部電場幾近於零。架空電線的電場易受建物屏蔽，建物內部的電場很低。電線產生的電場並不會傷及人體健康，因為諸如皮膚等的人體組織都是相當好的導電體。

至於磁場，目前各先進國對電線50 / 60 赫茲磁場並無限制標準，僅有建議值，而以國際輻射保護協會所定的1,000毫高斯最為嚴格（英國是20,000毫高斯）。

我國環保署在2001年公告「非游離輻射環境建議值」，對60赫茲磁場的建議值是833毫高斯。台電公司曾對一些家電進行檢測，所得數據（距離1公尺，平均值）是電視3毫高斯、微波爐



南科超高壓變電所

20毫高斯、冰箱1毫高斯。台電各變電所在用地界線外1公尺處則大約是10毫高斯，16萬1千伏特高壓輸配電線是69毫高斯。相對地，地球的靜磁場約500毫高斯。可知外界磁場大致遠低於安全值。

打開潘朵拉的盒子

低頻電磁場是否造成癌症、異常的懷孕、影響神經系統與行為等，稱為健康效應。

1979年，美國流行病學家威海莫(N. Wertheimer)拿到一份丹佛市兒童白血病患名單，她猜也許電線是禍首？就找物理學家李波(E. Leeper)合作，李波無法知道兒童所暴露的電磁場強度，就發明名詞「配線碼」，以表示電線的大小和接近的程度，而推估兒童曾遭遇的電磁場。她們的結論是：生活在因電力而產生高電磁場中的兒童，罹患白血病的機率是生活在低電磁場中兒童的3倍。

因為這份報告，美國許多研究資源轉向電磁場的健康效應，許多環保者要求移開電線和變電所，法院中堆滿訴訟案件、各式測量和防止電磁場的儀器紛紛出籠。一般媒體開始聳動地報導電磁場風險，結果引發許多人為了避開這可能的風險而陷入真實的風險。例如，聽信廣告而購買防電磁產品(大多受騙)、苦心積慮把家搬到看不到電線處。根據美國總統科學顧問的估算，直到1999年，因為害怕電磁場而耗費的總成本，超過250億美元。

為平息爭議，美國國家科學院在1996年發表其歷經3年的研究結論：並沒有證據顯示低頻電磁場對人體健

康有害。記者會中，有人提問，如何解釋電線和附近住家兒童的白血病有微弱的統計相關性？主持人答覆，實際測量住家附

近的電磁場後，其間的關聯性就幾乎完全不見了，有可能是住在電線附近的家庭較窮而擁擠，以及較不重視衛生，這些都是致癌的危險因子。

美國物理學家派克(Robert Park)知道有些記者認定，只要還有關聯，則「問題之門就沒完全關上」。接著在1997年，美國國家癌症研究所宣布其研究結果：任何白血病和電線電磁場之間的關聯都太微弱，無法察覺，也無需擔憂。該研究耗時7年，控制與對照組各600人，所有數據量測都是雙盲的，並量測實際的電磁場值。派克認為這一嚴謹報告，把上述微開的問題之門「猛力關緊」。

細究方知可信否

在我國，台電公司多年來深受民眾圍剿變電所和高壓電線之苦，但受限於資源，回應的方式是，計算文獻中正反兩派的數目，原創性研究論文183篇，統計上有相關的64篇，不相關的119篇，因此後者「以量取勝」。而上述美國國家科學院如何釐清爭議呢？由美國國會與能源部的支持，精挑第一流專家(神經生物與化學、流行病學、電機工程、遺傳學、生技、毒物學、細胞與分子生物學、風險與心理學、環境醫學、醫工與醫療器材、腫瘤學)費時3年和500萬美元才得到結論。

因經濟與時效考量，統計學是研

為平息爭議，美國國家科學院在1996年發表其歷經3年的研究結論：並沒有證據顯示低頻電磁場對人體健康有害。

究利器，只要隨機抽樣一小部分就可獲悉全體實況，這是統計學之美，但其中也隱含統計學的限制。

例如，分析結果被接受的條件之一是「統計顯著」，通常是使用「95%的信心」，意指「以所用方法對所有可能樣本進行驗證時，能使95%的樣本得出的結果為正確的」。因此在100次中出現5次錯誤的結果是在預期中的，因為我們對全體所做的結論永遠不會是完全確定的，有微小數量的病例(例如3%誤差)是正常的。不明統計意義的人拿這誤差來質疑結論的正確或適用性，例如以「無法完全令人信服」作為抗議。

基於人道，通常不用人體進行實驗，替代方式是流行病學(研究疾病傷害死亡在族群中的分布與環境因子的關係)、生物體外細胞培養、全動物，但是這3種方式各有陷阱。例如在流行病學上，即使統計顯著，統計檢定僅指出電磁場和致癌有關聯，但不是因果關係。很多流行病學專家認為威海莫研究的兒童白血病是稀少個案，風險比只有3，不足採信。相對地，吸煙致肺癌的風險比超過30，又已得知致癌物質可信的致癌機制，再經動物實驗，才確定吸煙致癌的關聯。

威海莫研究的重大缺失是未採「隨機取樣、雙盲方式、含控制組和對照組」，以避免自我欺騙。例如挑某地的疾病，然後說附近有變電所，因此變電所是禍首，但是，並無查證是否有變電所的地方都發生這疾病？

另一缺失是以配線碼估算而無實際電磁場測量值，但每人一天在家或在外所處的電磁環境可能很不一樣，遑論數年，因此研究結果可疑。

還有另一面要看

有些研究結果出人意外，例如1994年在加拿大和法國，以及1995年在美国，都是規模龐大的研究，一致指出電機員工不但無額外致癌，甚至比一般人的平均罹患率還低（或歸因於「健康工作者症候群」：有工作者比沒有者更健康）。此外，電磁輻射也有醫療用途，例如多年來美、蘇等國有醫師以電磁波治療憂鬱和精神分裂、腦中風、腦部水腫、高血壓、帕金森氏症等。

低頻電磁場的能量遠比可見光的低，而光是人類日常暴露和生命所繫（例如陽光助益生長），即使暴露於游離輻射（能量大於光）。因為

生物自古以來即在自然界，諸如宇宙射線的輻射環境中生長，似已演化出適應低劑量輻射的能力，稱為激效（hormesis）。難怪1977年諾貝爾生醫獎得主雅娜（Rosalyn Yalow）表示，若要科學而非愚昧引導人生，實在需要了解「無害、可忽略的放射性」的觀念。

據此，美國國家環境衛生研究院工作小組成員在1998年「全體」同意電線電磁場不在第1類或2A類，而「大多數」同意歸在第2B類——與咖啡同類！則怕電磁場就該「公平地」怕咖啡，更該怕第1類的酒精，但是多少人每天猛喝咖啡、甚至喝酒？還有，英文的probable和possible都譯成「可能」，但原意有些程度差異，中譯就看不出，國內報導常常斷章取義就寫「可能」致癌，但天底下可能的事太多了，彗星可能撞地球、家屋可能倒塌，人生需要這麼累地怕東怕西嗎？恐



超高壓電塔

世界衛生組織所轄國際癌症研究署對致癌因子的分類

類別	描述	支持證據	舉例
1	致癌	足夠的流行病學證據	酒精
2A	probable致癌	有限 / 不充分的流行病學證據加上足夠的動物實驗證據	甲醛
2B	possible致癌	有限的流行病學證據加上不充分的動物實驗證據	咖啡
3	無法歸類為致癌	不充分的流行病學證據加上不充分的動物實驗證據	碳塵
4	probable非致癌	不充分的流行病學證據加上不會使動物致癌	己內胺

會因過度的擔心而非外物影響致病。

科學文獻中常用機率，而媒體報導時往往語氣肯定，為求新聞性，媒體常挑特例報導。例如1994年在法國與加拿大的27種癌症研究中，25種無關聯，但有兩種稀少的白血病似乎呈現微弱與不一致的關聯，結果《華爾街日報》的標題是「磁場和白血病相

關」，該報導記者明言：「民眾對於不引起疾病的事沒興趣。」

規避風險的代價

常人喜歡喝咖啡，一杯咖啡中含上千種不同的化學物質，其中不到30種已經試驗具有動物致癌性，單一致癌實驗測試約費時3年、25萬美元以

上，要完整證明咖啡的安全性幾乎不可能。致病因子非常多，人類要把資源投到哪裡？1987年的《自然》期刊曾刊登一文 微波：風險研究的風險 提到，一項發掘研究或假設可能只要幾周就可宣布，但可能需費時幾年才能判定其正確度，其中無解的部分可能一直餘波盪漾。電磁場困擾只是許多環境因子之一。

無獨有偶地，美國麻省理工學院刊物《技術評論》有文指出：若美國總統宣布「電磁場無健康效應，民眾的恐懼是莫須有的」，那他就顯得漠視民心 -- 尤其是對於已經接受有效應論點的民眾。但在另一方面，總統又不能顛倒是非，宣稱有效應，於是



翡翠出口69線路



峨嵋345KV開關廠

他最簡單的選擇是宣布繼續研究。但這也有風險，會被批評讓民眾生活於懸疑中。

瑞典官方曾表示該國不訂定磁場強度限制值，因為已有的研究顯示其影響不顯著，而且它每年只可能增加兩個兒童白血病，要避免這極微可能因子的成本太高。相對地，瑞典每年因交通事故死亡約 800 人和殘廢約 10,000 人，須多投入資源使這些人數降低。

還是有人繼續鼓吹

國內繼續存在電磁波風險言論，例如有教授經常在媒體發表文章，1999 年的報紙引述他所言：「全球有關電磁波對人體影響的研究多達四、五百篇論文，但正反的結論各占一半」，並在 2000 年撰文「高壓電線電磁波有害健康」。

1995 年一位民代要求台電變電所杜絕電磁場，要「不吝斥資、不計成本」。環保署委託陽明大學一位環境衛生教授進行研究，媒體標題報導其 2002 年的結論是，「國內調查首度證實：高

壓電線百公尺內，電磁波風險高。輸電線路易使兒童、少年白血病風險增加，推估 47 萬人受影響。」夠聳人聽聞吧？

有趣的是《聯合報》在 2002 年報導，針對鶯歌鳳鳴國中對高壓電線導致流產與喉癌的疑慮，中華民國輻射安全促進會前往檢測高壓電線電磁場，結果發現強度只有 1 毫高斯，不但遠低於國際非游離輻射保護協會限定的安全標準，也遠比學校電腦螢幕所產生的電磁波低很多。

2004 年 7 月《天下》雜誌有文「遠離電磁波」，次標題是「累嗎？精神不好嗎？」。電器等電磁波影響人體波長，也影響健康」，內文引用東吳大學一位物理教授，以美國的肌力測驗說明電磁波對人類可能的影響，「因為電磁波會干擾人的信息波」。唉呀，波來波去，倒像「張飛打岳飛」，熱鬧得很。

林基興
行政院科技顧問組