

健康新时代

系列

移动电话 与健康

移动电话沟通世界
科学评估解读辐射

吴锡南 武慧欣 主 编
宋精玲 张 媛 副主编
刘 苹 方 菁 审 校



科学出版社

1995年11月4日



移动电话与健康

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

2000	2001	2002
2003	2004	2005
2006	2007	2008



www.elsevier.com/locate/jmb

健康新时代系列

移动电话与健康

吴锡南 武慧欣 主 编
宋精玲 张 媛 副主编
刘 苹 方 菁 审 校



科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

移动电话与健康 / 吴锡南, 武慧欣主编. —北京: 科学出版社, 2012.6

(健康新时代系列)

ISBN 978-7-03-034478-6

I. ①移… II. ①吴… ②武… III. ①移动电话机-电磁辐射-影响-健康-普及读物 IV. ①R594.8-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 107801 号

责任编辑: 侯俊琳 樊 飞 赵 冰 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 黄华斌

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 7 月第 一 版 开本: A5 (890×1240)

2012 年 7 月第一次印刷 印张: 6 3/8 插页: 2

字数: 220 000

定价: 28.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编委名单

木云珍	王丹妮	刘 松	孙双凤
宋肖肖	李宏玲	严茂胜	张 媛
宋 莹	宋精玲	吴锡南	周 浩
武慧欣	赵丽娟	高 婷	崔文龙



吴锡南 男，1963 年秋生于云南省昆明市。1985 年于上海医科大学卫生专业本科毕业，同年被昆明医学院(现昆明医科大学)录取；1990 年获昆明医学院硕士学位，并留校任教；1996 年获联邦德国政府奖学金赴联邦德国国家环境与健康研究中心(GSF)留学，从事“行为毒理学”研究；2002 年获中国人民解放军第三军医大学博士学位；2004 年被聘为昆明医学院教授；陆续到韩国、日本、新加坡和香港等地进行短期访学。

主要研究领域为公共卫生与预防医学，尤其是“环境与健康”方面的教学和科研工作。除对“电磁辐射的生物学效应”感兴趣外，更多的是参与和负责国内或国际间以社区为基础的“健康研究和发展”合作项目。

序

世界卫生组织 2004 年发布的信息提示,电磁辐射已经成为增长最快、最普遍的环境影响因素之一。宇宙诞生之时,电磁辐射就广泛存在于环境中,其来源包括天然和人造两种。闪电是我们最常见、最熟悉的天然电磁辐射形式,此外,还有自然环境中的宇宙射线和地磁现象,人造辐射源主要包括电力输送、广播电视发射机、收音机、电脑显示器、移动电话及基站、微波炉和雷达监测装置等。电磁辐射频谱范围很广,包括静态电场和磁场、射频场,贯穿红外线、可见光、紫外线,一直到 X 射线等。

随着科学技术的发展,移动电话、对讲机等已日益深入人们的生产和生活中。越来越多的人希望实现快捷、方便的通信,从而促进移动电话及其基站建设的快速增长。然而,移动电话通信技术在引入现代社会之前,科技界既没有充分了解其电磁辐射的生物效应,也没有就其可能对健康的影响进行必要的评估。目前世界上几乎每一个人都不同程度地暴露于复合电磁场中。随着科技的发展和移动电话成本的下降,移动电话的使用量将会迅猛增加。因此,作为一个整体,人群暴露于电磁波的强度会越来越大,即使电磁波对健康存在很小的负面影响,也会引起公众广泛的担忧。

吴锡南博士及其团队十分关注上述情况，编写了《移动电话与健康》。该书具有以下特点：一是试图满足不同人群的需求，使公众了解电磁辐射的基本知识，又能供专业人员参考；二是以科学证据为基础，不仅包括已经完成和正在进行的研究，还提出了未来研究的佐证；三是引入了健康风险评估的概念，提出了谨慎的预防策略，从而使公众能有针对性地、更好地保护自己；四是把使用手机的礼仪作为社会行为规范之一进行了介绍。

这是一部科普性与专业性相结合的读物，无论对普通大众，还是对公共卫生领域电磁辐射研究的学者，都具有一定的知识普及和专业引导作用。该书也希望能够通过公众和专家的共同努力，不断探索和发现，使移动电话可能存在的健康负面影响最小化。

中国工程院院士
第三军医大学教授



2010年2月

前 言

虽然我有近 30 年从事“学”和“教”的职业生涯并几乎没有离开过学校的生活，但写书对我个人而言，确实不是喜欢或擅长之事。看书和写书肯定是两回事，喜欢前者，敬畏后者。在医圈里，常常有人问：教授和主任医师有什么区别？答曰：前者动口，后者动手或前者务虚，后者务实。事实上，多年来经常在同行、学生、亲人，甚至师长面前提起，打算写一本关于“移动电话与健康”的书。动机来源如此。

“我们生活在高度依赖科学和技术的社会里，在这个社会里几乎没有人真正了解科学和技术”。科学和技术其含义本身并没有“好”与“坏”之分，但是我们许多时候听到用科学或技术修饰某个名词时，心中的感受或脑中的反应是什么？答案更多的倾向“正面”或“好的”。而“负面”或“坏的”则更容易被忽视。从上大学到如今，总是被问一个相同的问题：“学”或“教”什么专业？回答：卫生！再问：具体是啥？答：环境卫生！进而再问：与打扫卫生有关吗？不知如何回答！刚毕业的那些年，为了面子，修正答案为：预防医学！给他人的感觉这是一门科学。同样，在医学院内把卫生系变为预防医学系，最后改成现在的公共卫生学院（School of Public Health），专业也变成了“公共卫生与预防

医学”。真希望它变成“老百姓的健康学院”和研究“公众健康”的专业——关注个人和社区健康需求，共同填补健康知识和技能的缺失，让百姓和社会主动具有健康的态度和行为，这就是我们共同的目标。

本书的目的是让自己了解想知道的一点点事：辐射对健康影响的议题，从手机进入人们生活之前，就伴随着我们；在公共卫生领域，除了电磁辐射可能产生的负面效应外，手机还有什么知识是百姓想知道的呢？自己想当然地编著了本书，敬请各位修正！

师长的支持、团队的努力和亲友的鼓励是完成本书的基础，对昆明医学院李晓亮教授和中国电信云南公司彭剑明工程师给予本书的建设性修改意见，薛永玲、杨彬珽等同学的帮助及其他同仁的奉献和付出，致以诚挚的感谢！

吴锡南

2010年2月

目 录

序

前言

第一章 移动电话与电磁辐射	1
第一节 移动电话	5
第二节 电磁辐射	19
第二章 射频辐射对健康影响的科学证据	27
第一节 癌症	29
第二节 人群自觉症状	47
第三节 神经效应	51
第四节 生殖和发育	68
第五节 儿童暴露	76
第六节 驾驶	79
第七节 目前所得结论	83
第三章 电磁辐射和健康风险	91
第一节 风险	92
第二节 世界卫生组织：电磁场的健康风险评估	96
第三节 科学研究的评估	100
第四节 调查研究准则：电磁场科学研究的基础	107

第四章 电磁辐射限值 and 标准现状	113
第一节 我国电磁辐射相关标准	114
第二节 不同的电磁辐射限值 and 标准	119
第五章 预防策略	123
第一节 预防原则	124
第二节 预防措施	135
第三节 使用移动电话的礼仪	146
参考文献	150
附录一 专业术语	171
附录二 电磁辐射暴露限值 and 测量方法(草案)	176
附录三 移动电话电磁辐射局部暴露限值	192



第一章



移动电话与电磁 辐射



随着科学技术与社会经济的快速发展，计算机、家用电器、移动电话、雷达等电子设备在人们的生活中扮演着日益重要的角色，移动电话作为移动通信(人和人之间以移动电话作为媒介进行的通信)中不可缺少的主要工具，已经深入到生活的方方面面，成为人们不可缺少的伴侣。然而不少人在享受移动电话带来的方便的同时，也抱怨其给自己带来了烦恼。下面我们将就公众所关注的话题进行一个概括性的阐述。

1. 什么是移动电话

移动电话是一种使用基站或天线，用户可在几乎任意地点拨打的便携式电话。它通过基站或天线发送和接收射频信号。基站或天线通常安装在基站塔上，也可以安装在屋顶、水塔、电线杆和其他高大建筑物上。所有移动电话都必须根据行业的标准进行测试，合格后才能上市、出售。图 1-1 是移动电话工作的基本原理。

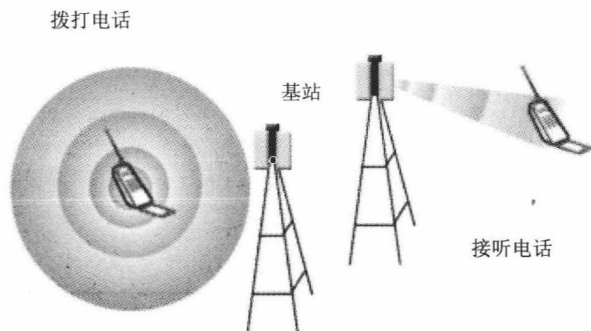


图 1-1 移动电话工作的基本原理

2. 什么是电磁辐射

电磁辐射是由电场和磁场能量波通过空间共同运动组成的。无线电波和微波以电磁能量的形式通过发射天线释放出来，它们被称为“射频”或“射频”能量或辐射。那些常用术语(如“电磁场”或“射频场”)通常用来表示电磁或射频能量。由于射频辐射是移动电话和基站工作的基本条件，使用移动电话时，机体同时也在接收移动电话和基站的射频能量。人体吸收射频能量后所产生的热量，可以通过人体的热调节作用进行传导。目前发现，与射频暴露相关的健康危害明确地与产热有关。

射频场不像 X 射线和 γ 射线，它是非电离辐射，不同于电离辐射。射频场只有很低的能量，因此，不会造成人体的电离(即不会造成人体潜在的化学变化)。

3. 什么是非电离辐射

与电离辐射相比，非电离辐射具有更低的能量和更长的波长。它的能量还没有强大到足以改变所接触物的原子结构，但可能使所接触物的组织发热，如无线电波、微波、可见光和红外线。

4. 什么是极低频辐射

极低频辐射是非电离辐射的另一种类型。射频辐射和极低射频辐射都是非电离辐射，但前者的频率远高于后者。

5. 使用移动电话是否影响健康

公众对移动电话辐射的担忧源于 1993 年。当时，美国的

一名神经外科医生向佛罗里达州法院提出公诉，状告日本电器株式会社 (Nippon Electric Company, NEC) 公司生产的移动电话导致其妻死于脑癌。但是因为证据不足，法院驳回了这一起诉。

科学家对移动电话辐射导致的可能健康危害已经研究了 20 余年。过去 10 年，世界上的许多国家，包括中国的研究人员对此也进行了大量的研究。除了调查移动电话、基站和癌症的关系外，其他的健康危害如对神经系统、行为改变、生殖发育等的研究项目也在进行。研究结果可以在世界卫生组织网站查阅 (<http://www.who.int/peh-emf/research/rf03/en>)。

6. 无绳电话能否发出射频辐射

无绳电话和移动电话的工作原理一样。唯一的区别是，无绳电话仅限于与它所属的唯一的基站进行连接。而移动电话可以携带到世界各地，因为它可以连接到许多通信基站。

7. 人们使用移动电话的习惯和用途

2008 年 4 月，《环球时报》联合搜狐网健康频道对人群使用移动电话的习惯和用途进行了一系列调查。在参与调查的 3000 多人中，60.99% 的人每天开机 24 小时，19.74% 的人在 18 小时左右，仅 1.57% 的人移动电话待机时间少于 8 小时，剩余 17.70% 的人每天待机时间是 8~18 小时 (图 1-2)。而当问到“你有哪些使用移动电话的习惯”时，40.33% 的人走到哪儿都带着移动电话，甚至包括上厕所、洗澡；33.74% 的人睡觉时把移动电话放在床头；8.16% 的人常用移动电话聊天。

此外，71.77%的人称在大部分情况下用移动电话来接打电话，19.75%的人主要用于发短信。除这两者外，移动电话的额外功能依次为拍照(34.41%)、听音乐(29.98%)、玩游戏(26.82%)和上网(8.79%)。

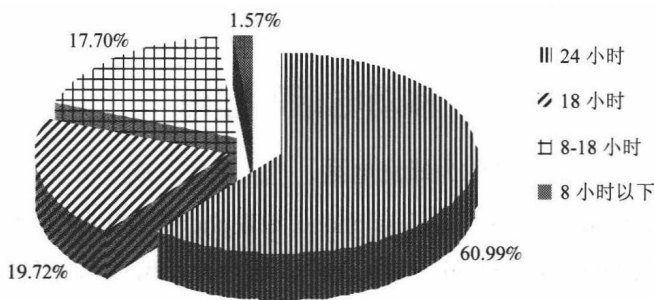


图 1-2 移动电话每天开机时间人群比例

虽然以上调查不能显示所有人群使用移动电话的情况，但作为经常接触网络的人群，他们对移动电话的依赖和使用在很大程度上反映了人群未来使用移动电话的方式。

简单了解了公众普遍关注的一些问题，下面我们将对移动电话的起源、发展和工作原理作进一步阐述。

第一节 移动电话

移动电话给我们的生活和工作带来了极大的便利，它不仅使人们的联络更加方便与快捷，而且在商业活动中也起着非常重要的作用，为国民经济的发展做出了杰出的贡献。同时，移动电话也为紧急状况的处理提供了便利，例如，当发生道路交通事故、犯罪和其他危急情况时，移动电话的使用