

上篇
环境辐射危害与防护

第一章 电磁辐射危害与防护

1.1 电磁辐射污染的来源与种类

环境污染可以分为物质流污染和能量流污染两大类。物质流污染物进入环境使大气、水的质量变坏，并进而会影响到土壤和食品。能量流污染同样会使环境质量变坏，并进而影响到人体健康。

电磁辐射按其来源途径分天然和人为两种。天然的电磁辐射来自地球的辐射，太阳热辐射，宇宙辐射和雷电等。人为电磁辐射为放电所致污染源，例如输电线由于高压电流而引起静电感应、电磁感应、大地泄漏电流所造成；白光灯、高压水银灯放电；电气设备、发动机、电气机车火点系统、整流装置火花放电；广播、电视、移动通信、高压输电线、雷达发射设施及电磁能在工业、科学和医疗中的应用设备等。现在环境中的电磁辐射水平主要来自人为辐射。天然辐射水平较之人工电磁辐射的贡献已可以忽略不计。长期以来人类是在低电磁辐射水平的环境中生活，现在生活在较高的电磁辐射水平的环境中，而且随着科学技术的发展，人们受到的电磁辐射污染水平还会增高。电磁辐射水平急剧提高对人类健康会有什么影响呢？如何防止有害效应的发生？在什么样的电磁辐射水平上人们的生活可以不受受到影响？这是公众普遍关心的问题，也是环境管理部门需要回答的问题。

21 世纪，人类进入信息社会，信息靠什么传播？电磁波是传递信息的快捷方式。为传递信息，大量的电视发射机、广播发射塔、移动通信基站、各种雷达站、卫星通信站、微波中继站，以及可移

动式的发射装置如雨后春笋般地出现了。这些设备发出的电磁波是有用信号，迅速传递和接受各种信息，但正是这些电磁辐射增加了环境中的电磁辐射水平，对公众又是一种污染，对智能大厦、电子仪器及家用电器也是一种干扰因素。显然，随着信息化进程的提高，环境中的电磁辐射水平越来越高。同时，电磁能在工业、科学和医疗与生活领域内的应用中的杂散辐射也会导致局部环境的电磁污染，同样这类应用也在不断增加，这就表明电磁辐射污染趋势还会不断增加。

人工电磁波污染来源分为三类。一类是居室内电磁污染，随着信息时代的到来，人们生活水平的提高，家庭电气化程度的提高，各种家用电器使用时产生大量的电磁波，成为居室环境中又一新的污染源。二类是工作场所，诸如电脑、复印机、空调、电扇、无绳电话等设备产生的电磁污染源构成了办公场所的电磁污染。三类是室外环境空间中来自广播、电视、移动通信、微波等设备发射的电磁波的污染，电磁辐射分布在我们生活的每一个角落。从环境保护与公众健康的角度来说，电磁辐射污染不仅存在，而且有些地区或场所还相当严重。电磁辐射污染可能影响着我们每一个人的健康，与放射性污染一样，有人称之为“无形的杀手”。

对电磁环境造成污染的电磁骚扰源按其发射的电磁波的强弱不同，可分为两大类。一类是弱电磁骚扰源，对电磁环境污染的后果主要是使得抗扰差的电器与电子设备或系统性能下降或损坏。但是这些弱电磁骚扰源的频谱往往很宽，电磁环境污染的后果不仅仅是使得设备或系统降级，而且会对生物机体（包括人类）造成影响。另一类是强电磁骚扰源。相对来说，强电磁骚扰源辐射的频谱往往较窄，易于防护。电磁波频段的主要传播特性及使用见表 1-1。

表 1-1 电磁辐射频段分类

频段名称		对应波段	缩写名称	频率范围
甚低频		万米波(甚长波)	VLF	30 ~ 30kHz
低频		千米波(长波)	LF	30 ~ 300 kHz
中频		百米波(中波)	MF	300 ~ 3000 kHz
高频		十米波(短波)	HF	3 ~ 30MHz
甚高频		米波(超短波)	VHF	30 ~ 300 MHz
微波	特高频	分米波	UHF	300 ~ 3000 MHz
	超高频	厘米波	SHF	3 ~ 30GHz
波	极高频	毫米波、亚毫米波	EHF	30 ~ 300 GHz
				300 ~ 3000 GHz

电磁场跨越的频率范围十分广阔,从工频(50Hz/60Hz)至微波段跨越了 10^9 的频率范围,不同频率的电磁场在工业与通信方面的作用差别很大,因而对人体健康的影响后果差别也很大。通常电磁波的频谱可粗略地划分为工频(50Hz/60Hz)射频或高频($10^3 \sim 10^8$ Hz)和微波($> 10^9$ Hz)三个频段。

1.1.1 工频电磁场

工频电磁场较强的地方是超高压送电线路附近,尤其是下方及变电站附近等。表 1-2 列出了不同电压等级送电线路和变电站内离地面 1m 高处的空间场强典型范围。

表 1-2 不同电压等级送电线下及变电站工频电场

电压等级/kV	送电线下场强 /kV · m ⁻¹	变电站内场强 /kV · m ⁻¹
110	0.1 ~ 2.0	2.0 ~ 3.0
220	2.5 ~ 6.0	5.0 ~ 6.0
330	~ 5.0	7.5 ~ 10
500	6.5 ~ 10	8.5 ~ 10

实际上,对于变电站内,不同位置的场强也是不同的。

家用电器产生的工频场强远低于高压电力系统。但是它与人们的距离很近，并且也与人们接触的时间较长。表 1-3 列出了一些典型家用电器附近的电场强度。

表 1-3 典型家用电器附近 (0.3m) 的工频电场强度

名称	电场强度/ $V \cdot m^{-1}$	名称	电场强度/ $V \cdot m^{-1}$
电灯箱	130	电冰箱	60
电热毯	250	彩色电视机	30
电熨斗	60	立体声收音机	90
搅拌器	50	吸尘器	16
电钟	15	白炽灯泡	2

除工频电场外，还存在工频磁场的干扰。磁场强度用安培每米 (A/m) 表示。但表征磁场的量值更多地用磁通量密度或称磁感应强度，其单位为特斯拉 (T)。

居民受到主要来自广泛分布的输电线路及各种家用电器的工频电磁场的照射，职业人员同时受到来自工作场所内的电脑、复印机、无绳电话等电子办公设备的工频电磁场的照射。表 1-4 列出了计算机电磁辐射监测统计结果。计算机屏幕前的 3~30MHz 的综合电场强度为 3.2~5.1V/m，低于相应频段的国家标准。

1.1.2 射频电磁场

射频是指 10kHz~300MHz 频段，主要包括中波、短波、超短波等。视频、甚至高频广播、电视和移动通信设备发射的电磁波就属于该频段范围；工业、科学、医疗射频设备也属于该频段范围。以成都市广播电视局的交通台为例，该广播发射机发射功率为 10kW，频率为 1450kHz，天线高度为 63m，位于成都市武侯区内西南民族学院旁，70 年代建成，原建址周围无居住区，随着城市建设的发展，该发射机周围已被高楼大厦包围，离居民区最近距离不到 10m。发射塔周围 10m 内最大电场强度高达 27V/m，已超过了《电磁辐射防护规定》的 12V/m 限值。发射塔周围居民住户家中的电视图象不清晰，个别住户的计算机工作不正常，对电话产生

表 1-4 计算机电磁辐射监测统计表

计算机型号	测量位置	3~30MHz 电场 强度/ $V \cdot m^{-1}$	工频电场 / $kV \cdot m^{-1}$	工频磁场 / $A \cdot m^{-1}$
同创	眼睛位置	2.1	0.174	0.051
	屏幕前	5.1	3.411	0.809
	机壳背面	18.9	0.149	2.607
	机壳侧面	9.7	0.392	0.093
金长城	眼睛位置	2.4	0.194	0.063
	屏幕前	5.1	3.456	0.975
	机壳背面	42.3	0.307	3.368
	机壳侧面	12.5	0.429	0.124
LG	眼睛位置	2.0	0.164	0.041
	屏幕前	3.9	3.012	0.069
	机壳背面	24.1	0.262	2.805
	机壳侧面	10.6	0.411	0.107
惠普	眼睛位置	2.0		
	屏幕前	4.1		
	机壳背面	23.8		
	机壳侧面	9.7		
惠普	眼睛位置	1.7		
	屏幕前	3.2		
	机壳背面	22.7		
	机壳侧面	9.6		
惠普	眼睛位置	1.9		
	屏幕前	3.5		
	机壳背面	15.3		
	机壳侧面	4.5		

干扰。为了控制周围环境电磁辐射污染，该发射塔现已迁移到郊区建设。

又如上海东方明珠电视塔在 195~468m 天线桅杆段安装有多付发射天线，可以同时播出 10 套调频节目和 7 套电视节目。上海东方明珠电视塔标高 468 m，东方明珠塔设有电视分半波 6 个频段，调频为 10 个频率，总功率为 210kW。根据上海辐射环境监测站对上海东方明珠电视塔电磁辐射的环境影响评价结论：电视塔 2000m 范围内，8 个方位电场强度值范围为 $1.61 \times 10^{-2} \sim 1.81\text{V/m}$ ，其中最大值出现在东北方向 250m 处，其值为 1.81V/m 。因此，东方明珠塔电磁辐射最大电场强度大致出现在以塔为中心以 250m 为半径的同心圆区域。东南方向 2000m 内电场强度实测值如表 1-5 所示，该电视塔工作环境中发射机房机器前后的场强值在 $0.95 \sim 6.5\text{V/m}$ 范围内波动。

1.1.3 移动通信

目前我国移动通信基站多数是引进的欧洲国家设备，发射机功率在城市为 10W 以下，采用 400m 站距技术；郊区多为全向基站，发射功率一般大于市区，功率在 20W 左右。发射电磁波覆盖范围为 500~5000km。移动通信发射机的频率一般在 300~1800 MHz 范围。以四川成都市移动通信基站为例，城市采用的是 900MHz 频段 TDMA 数字 GSM 制式蜂窝移动通信系统，站距 400m 技术。GSM 系统被称为全球移动通信系统，GSM 的主要指标如下：(1) 频段 900~1800MHz；(2) 双工方式下 DD；(3) 载波间隔 200kHz；(4) 接入方式 TDMA8 频率 200kHz。GSM 基站采用 120 扇角的定向天线将该小区分成三个扇区，天线尺寸为 $1.296\text{m} \times 0.262\text{m}$ 。基站天线发射的电磁波就是电磁辐射污染源。对四川省成都市移动通信分公司的 900 MHz GSM 网基站工程的 37 个基站周围的电磁场的监测结果表明（见表 1-6、1-7）：能量通量确定密度在 $2.65 \times 10^{-3} \sim 6.6\mu\text{W/cm}^2$ 范围，该值低于 GB8702—88《电磁辐射防护规定》的 30~3000MHz 频率范围的公众照射导出

表 1-5 东方明珠塔东南方向 2000m

距离 /m	广播频率/MHz					电视频道/MHz					
	97.7	101.7	103.7	105.7	107.7	CH8		CH14		CH20	
						图象	伴音	图象	伴音	图象	伴音
0	72	75	76	71	77	66	63	69	58	65	62
50	95	100	98	100	97	87	85	96	85	108	98
100	104	90	100	102	96	88	86	94	85	106	92
150	102	105	110	110	105	101	91	96	84	97	91
200	100	105	110	108	103	103	86	106	94	96	86
250	101	105	105	102	102	105	89	106	101	108	90
300	105	106	104	100	102	102	102	100	89	112	100
350	112	106	106	105	96	110	92	108	94	11	97
400	107	103	102	102	104	98	95	99	92	108	95
450	106	100	96	105	104	92	92	100	96	96	94
500	112	101	108	102	96	96	77	112	98	100	100
550	110	108	108	105	102	103	90	100	96	104	91
600	104	97	104	100	94	100	86	101	94	97	91
650	96	90	102	100	96	104	96	102	94	95	98
700	101	102	103	108	102	104	98	111	100	104	92
750	96	106	106	108	105	96	86	102	91	118	106
80	102	00	99	99	90	92	74	110	100	118	109
850	106	98	100	104	100	93	85	98	97	106	100
900	108	99	98	100	96	98	80	104	96	111	94
950	110	102	100	99	100	102	88	98	95	112	94
1000	110	106	103	102	102	104	96	98	92	110	102
1050	107	106	100	102	104	102	98	90	88	98	89
1100	103	106	98	100	102	100	92	106	90	100	88
1150	92	102	96	99	101	107	88	110	99	100	88
1200	92	96	80	91	88	92	86	108	100	98	88
1250	96	101	90	88	98	100	89	100	88	104	90
1300	99	99	98	93	99	106	98	109	90	112	99
1350	100	92	89	80	98	105	94	112	102	112	97
1400	102	92	92	86	94	108	96	112	103	96	92
1450	102	94	96	86	90	101	97	110	102	102	99
1500*	90	89	96	90	95	102	86	99	86	95	91
1600	92	91	92	87	86	99	86	97	86	98	96
1700	90	88	86	89	86	91	88	95	83	110	96
1800	94	98	98	96	96	106	91	107	95	99	86
1900*	78	92	78	76	72	84	73	80	72	91	66
2000	98	97	98	100	98	104	96	108	95	94	84

注：*除 1500m 和 1900m 两测点外，其他测点都能直视东方明珠塔。测量仪器：DS204。

内地面电场强度实测值

单位 dB · $\mu\text{V}/\text{m}$

CH26		CH33		CH38		综合值		功率密度/ $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$
图象	伴音	图象	伴音	图象	伴音	dB · $\mu\text{V}/\text{m}$	V/m	
62	60	62	68	57	59	83	1.36×10^{-2}	4.91×10^{-5}
91	108	91	94	86	93	113	0.44	5.16×10^{-2}
94	102	94	102	97	90	112	0.39	3.97×10^{-2}
100	95	108	96	92	88	116	0.60	9.70×10^{-2}
94	94	106	86	100	96	115	0.59	9.13
122	106	98	98	102	96	123	139	0.51
110	109	103	89	108	105	118	0.80	0.17
102	97	108	107	108	88	119	0.86	0.20
100	86	111	104	99	102	116	0.64	0.11
102	87	100	94	100	99	113	0.42	5.01×10^{-2}
107	90	100	94	102	90	117	0.72	0.14
90	82	101	94	101	92	116	0.62	0.10
100	93	108	101	106	101	114	0.49	6.31×10^{-2}
104	94	105	92	105	98	113	10.43	5.00×10^{-2}
113	106	104	96	97	98	118	0.77	0.16
102	100	108	100	104	101	120	1.00	0.27
105	99	102	92	110	98	120	1.03	0.28
98	94	108	97	99	102	114	0.50	6.75×10^{-2}
96	92	96	88	87	99	114	0.52	7.06×10^{-2}
108	98	108	94	94	90	117	0.69	0.13
108	100	108	99	104	92	117	0.70	0.13
111	106	108	102	111	102	118	0.75	0.15
108	93	113	101	114	105	119	0.86	0.20
113	104	109	104	110	101	118	0.82	0.18
110	104	108	96	110	103	116	0.64	0.11
84	86	103	88	104	95	111	0.35	3.21×10^{-2}
99	94	110	99	108	105	117	0.73	0.14
93	86	99	86	98	99	116	0.67	0.12
88	81	104	97	104	95	115	0.55	8.04×10^{-2}
108	99	91	88	103	94	114	0.52	7.13×10^{-2}
96	90	87	77	95	79	109	0.28	2.21×10^{-2}
110	97	84	78	91	71	111	0.37	3.54×10^{-2}
103	92	108	90	105	83	113	0.47	5.83×10^{-2}
97	77	92	86	91	90	111	0.36	3.48×10^{-2}
76	65	75	67	72	69	93	4.46×10^{-2}	5.29×10^{-4}
95	90	98	84	94	87	112	0.39	3.96×10^{-2}

限值 $40\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 场强在 $0.1\text{V}/\text{m} \sim 4.78\text{V}/\text{m}$ 。移动通信基站的电磁辐射最大电场强度和能量通量密度出现在基站天线主瓣方向 20m 的范围内, 30m 以外已经衰减到很低的水平。但近场区内(一般是距发射天线几米之内)场强和功率密度很强。以 8W 的发射机为例,距发射天线主瓣方向 3m 处,其功率密度达 $25.8\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。手机与移动基站发射机相比,手机讲话时发射的能量通量密度更强,对手机近场区的电磁辐射污染监测,结果表明:手机讲话时离头部的距离为 5cm 之内,其功率密度为 $400 \sim 600\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。该功率密已超过了 GB8702—88《电磁辐射防护规定》公众照射导出限值的 $10 \sim 15$ 倍。手机通话时离头部 5cm 处的电场强度为:诺基亚 3210 最大值为 $65.3\text{V}/\text{m}$, 诺基亚 8210 最大值为 $67.4\text{V}/\text{m}$, 摩托罗拉最大值为 $28.7\text{V}/\text{m}$, 飞利浦最大值为 $46.9\text{V}/\text{m}$ 。

北京市环境保护科学研究所在北京市地铁古城车辆段对地铁列车起动及运行时的测试结果表明,地铁列车起动时的电磁辐射的频率范围为 $2 \sim 26\text{MHz}$ 辐射场强为 $41.31 \sim 54.8\text{dB} \cdot \mu\text{V}/\text{m}$ 辐射的电磁场强度远小于 GB8702—88《电磁辐射防护规定》限值 地铁运行时的电磁辐射的频率范围为 $3.2 \sim 13.5\text{MHz}$,辐射场强范围为 $39.5 \sim 52.45\text{dB} \cdot \mu\text{V}/\text{m}$,辐射的电磁场强远小于 GB9175—88《环境电磁波卫生标准》中一级标准限值 可见 列车的运行及起动所产生的电磁波不会对附近居民的健康产生不利影响。

其他微波设备主要包括雷达、导航、导弹控制、微波通信等,以及工农医学方面使用的微波加热、微波测量仪、微波理疗仪等设备。这些微波设备对城市区域环境的电磁辐射贡献也较大,且局部地区污染严重。特别是一些大功率的微波设备,如果未能良好屏蔽,设备旁的场强有些高达几百伏每米,功率密度高达几百微瓦每平方厘米。已超过了国家电磁辐射职业导出限值,在电磁设备不远的范围内,其场强值已降到较低水平,因而对大环境的电磁辐射水平影响不大。但由于存在丰富的谐波,因此对附近环境的电器造成较严重的干扰。

表 1-6 用功率密度计测量的环境电磁辐射现状统计表

编号	辐射体地点	功率/W	天线高度/m	测量点(夹角)	测量距离/m	测量高度/m	测量频率/MHz	功率密度/ $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$	场强/ $\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$	功率密度评价标准
1	干部学校	8	17	正北	30	20	880~950	3.54	3.64	0.35
2	成都电机厂	8	23	北偏西 60°	100	1.7	880~950	1.28	2.19	0.13
3	浅层公司	8	25	正南	100	8	880~950	1.82	2.62	0.18
4	天城公寓	8	25	正南	30	22	880~950	4.38	4.06	0.44
5	太平街	8	50	兴隆宾馆	200	16	880~950	6.60	4.78	0.66
6	三江	8	25	北偏西 60°	30	18	815~3000	5.74	4.65	0.57
7	电力设计院	8	23	北偏东 60°	100	15	916~3000	1.68	2.51	0.17
8	江南	8	21	北偏西 60°	200	18	916~3000	0.72	1.64	0.07
9	省汽贸	8	26	北偏东 60°	100	21	916~3000	2.0	2.74	0.20
10	大统饭店	8	30	北偏东 60°	100	1.7	880~950	2.46	3.04	0.25
11	竹林苑	8	22	正南	20	22	880~950	3.72	3.74	0.37
12	肿瘤医院	8	47	正南	100	1.7	880~950	0.1	0.61	0.01
13	南郊	8	32	正南	50	12	880~950	4.70	4.2	0.47
14	甘孜州	8	21	北偏东 60°	200	2	0.3~1000	2.23	2.9	0.22
15	公安厅	8	20	北偏西 60°	50	2	0.3~1000	0.68	1.6	0.07
16	修配厂	8	15	北偏东 60°	150	20	880~950	3.1	3.42	0.31
17	工业安装	5	15	北偏东 60°	50	7	0.3~1000	2.7×10^{-3}	0.1	2.7×10^{-4}
18	青苏职中	8	16	北偏东 60°	30	15	880~950	0.8	1.74	0.08
19	交警四队	5	20	北偏西 60°	50	1.7	0.3~1000	0.77	1.7	0.08
20	沙湾	5	25	北偏东 60°	50	18	0.3~1000	1.403	2.3	0.14
21	铁路中学	5	15	北偏东 60°	100	1.7	0.3~1000	2.65×10^{-3}	0.1	2.65×10^{-4}
22	机要局	5	25	正南	100	15	0.3~1000	0.45	1.3	0.05

表 1-7 用选频仪测量的环境电磁辐射现状统计表

编号	辐射体地点	功率 /W	天线 高度/m	测量点 (夹角)	测量 距离/m	测量 高度/m	测量频率 /MHz	功率密度 / $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$	场强/ $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$	功率密度	
										评价标准	
14	恒益化纤	8	25	正南	200	2	944.8 ~ 953.2	0.029	0.33	0.003	
18	团委(多子巷)	5	20	北偏西 60°	50	18	944.2 ~ 947.8	0.145	0.74	0.015	
22	蓬莱居	5	28	北偏东 60°	200	2	944.8 ~ 953.2	0.029	0.33	0.003	
24	西南交大	5	24	北偏西	100	2	944.4 ~ 953.4	0.061	0.48	0.006	
27	红瓦楼	8	22	正南	200	1.7	944.4 ~ 952.8	2.5×10^{-3}	0.97	2.5×40^{-4}	
11	竹林苑	8	22	正南	20	22	944.2 ~ 953	8.29	0.59	0.83	

1.2 电磁辐射污染控制标准

1.2.1 国内标准

目前,我国环境保护和卫生部门颁发的电磁辐射污染控制的标准有三个,现分述如下:

1. 《电磁辐射防护规定》(GB8702—88)

该标准中污染控制限值的适用频率范围为 100kHz~30GHz,规定中的限值是接受的污染控制水平上限值,并包括各种可能的电磁辐射污染的总量值。

该标准关于电磁辐射对公众照射的规定为:在一天 24h 内,环境电磁辐射场的场量参数在任意连续 6min 内的平均值应满足表 1-8 要求。

表 1-8 公众照射导出限值

频率范围/MHz	电场强度/ $V \cdot m^{-1}$	磁场强度/ $A \cdot m^{-1}$	功率密度/ $W \cdot m^{-2}$
0.1~3	40	0.1	40 ¹⁾
3~30	$67/\sqrt{f}$	$0.17/\sqrt{f}$	$12/f^{1)}$
30~3000	12 ²⁾	0.032 ²⁾	0.4
3000~15000	$0.22\sqrt{f}$	$0.001\sqrt{f}^{1)}$	$f/7500$
15000~30000	27 ²⁾	0.073 ²⁾	2

注:1)系平面波等效值,供对照参数

2)供对照参数 不作为限值 表中 f 是频率,单位为 MHz;表中数据作了取整处理。

2. 环境电磁波卫生标准 (GB9175—88)

该标准中规定的环境电磁波容许辐射强度分级标准,列于表 1-9。

表 1-9 环境电磁波容许辐射强度分级标准

波长	单位	容许场强	
		一级(安全区)	二级(中间区)
长、中、短波	V/m	10	25
超短波	V/m	5	12
微波	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	10	40
混合	V/m	按主要波段场强,若各波段场强分散,则按复合场强加权确定	

安全区,指在该环境电磁波强度下长期居住、工作、生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者),均不会受到任何有害影响的区域;新建、改建或扩建电台、电视台和雷达站等发射天线,在其居民覆盖区内,必须符合一级(安全区)的要求。

二级(中间区)指在该环境电磁波强度下长期居住、工作和生活的一切人群(包括婴儿、孕妇和老弱病残者)可能引起潜在性不良反应的区域。在此区内可建造工厂和机关,但不许建造居民住宅、学校、医院和疗养院等,已建造的必须采取适当的防护措施。

3. 电磁辐射环境影响评价方法与标准(HJ/T10.3—1996)

该标准中规定单个项目的电磁辐射污染控制限值必须限制在 GB8702—88 限值的若干分之一。在评价时,对大型项目的广播、电视或雷达可取 GB8702—88 中场强值的 $1/\sqrt{2}$ 。移动通信基站则取功率密度限值的 $1/5$ 作为污染控制标准。

4. 500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范(HJ/T24—1998)

该规范适用于 500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价,也可用于 110kV、220kV 及 330kV 送变电工程电磁辐射环境影响评价。

该标准中规定推荐暂以 $4\text{kV}/\text{m}$ 作为居民区工频电场评价标准,推荐应用国际辐射保护协会关于对公众全天辐射时的工频限值 0.1mT 作为磁感应强度的评价标准。

1.2.2 国外电磁辐射标准

许多国家都制定了适用于公众的电磁辐射污染控制标准，例如加拿大、捷克和波兰的公众电磁辐射控制标准列于表 1-10。

表 1-10 公众电磁辐射标准

国家	频段	容许强度/ $\mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
加拿大	10MHz ~ 300GHz	1000 (60V/m, 0.16A/m)
捷克	300MHz ~ 300GHz	2.5(连续波) 1(脉冲波)
波兰	300MHz ~ 300GHz	10(固定物) 100(非固定场)
俄罗斯	微波	5

1984年，国际辐射防护协会（IRPA）下属的国际电离辐射防护委员会（IURPC）推荐射频辐射的暂行标准。这个标准首次对公众和职业照射进行了区分。公众照射标准见表 1-11。

表 1-11 INRPC 推荐公众射频辐射标准

频率/MHz	电场强度 $/\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$	磁场强度 $/\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$	等数平面波动功率密度/ $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$	
0.1 ~ 1	87	0.23	20*	2**
> 1 ~ 10	$87\sqrt{f}$	$0.23\sqrt{f}$	$20/f$	$2/f$
> 10 ~ 400	27.5	0.073	2	0.2
> 400 ~ 2000	$1.37\sqrt{f}$	$0.007\sqrt{f}$	$f/200$	$f/2000$
> 2000 ~ 300000	61	0.16	10	1

注：*职业人员；**公众。

前苏联的电磁辐射标准见表 1-12。

表 1-12 前苏联 1950 年颁布的电磁辐射标准

功率密度	容许受照时间
$0.01\text{mW}/\text{cm}^2$	时间不限
$0.1\text{mW}/\text{cm}^2$	2h/d
$1\text{mW}/\text{cm}^2$	20min/d

各国输电线路附近电场强度限值见表 1-13。

表 1-13 各国输电线路附近电场强度限值

国 家	场强值/ $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$	位 置	依 据	
捷 克	15	跨一、二级公路处		
	10	线路走廊边缘		
	1			
日 本	3	人撑伞经过的地方	A	
波 兰	10	医院、住房及学校所在地	A、C	
	1			
前苏联	20	难于接近的地方	A、C	
	15	非公众活动的地方	A、C	
	10	跨越公路处	A、C	
	5	公众活动区域	A、C	
	1	有建筑物的区域	A、C	
	0.5	居民住宅区	A、C	
美 国	明尼苏达州	8	跨越公路处	B
	蒙大拿州	7	线路边缘居民住宅区	C
		11.8	跨越私人道路	B
		11		B
	纽约州	7	跨越公路	B
		1.6	线路走廊边缘	C
	新泽西州	3	线路走廊边缘	A、C
	北达科地州	8		
俄勒冈州	9	人们易接近的区域	C	

注：A——避免放电引起的不愉快；B——避免放电电流超过容许摆脱电流；

C——限制由于长期暴露于电场中可能引起的生物效应。

世界各国工频电磁场标准列于表 1-14。

表 1-14 各国容许工频电场强度限值

国家	类别	容许场强/ $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$	暴露时间	区域
前苏联	国际	<5	工作日	运行区
		<25	短时	维持区
西德	工业标准	≤ 20	长期	维护工作区
		≤ 30	短期	
捷克	国际	≤ 15	长期	变电所
		≤ 15	长期	
波兰		≤ 20	长期	变电所
		≤ 20	短期	
西班牙	导则	≤ 20		变电所

1990 年, 国际辐射防护协会所属国际非电离辐射委员会 (IRPA/INIRC) 向世界各国推荐一个频率 50/60Hz 电场和磁场照射限值临时指导原则, 把照射限值分为职业照射限值和公众照射限值 见表 1-15。

表 1-15 工频电磁场限值标准

受照对象		电场强度 $E/\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$	磁通量密度 B/mT
职业	整工作日内	10	0.5
	短时间内	30	5
	局限于四肢	—	2.5
公众	每天至多达 24h 内	5	0.1
	每天数小时内	10	1

由表 1-15 可知, 职业工作人员在整工作日内受到连续的电场照射时, 容许的电场强度有效值应限制在 $10\text{kV}/\text{m}$ 内, 电场强度在 $10 \sim 30\text{kV}/\text{m}$ 内的短时间照射是可以容许的, 但受照时间应根据公式 $t \leq 80/E$ 计算 其中 t 以小时计, E 以 kV/m 计。职业工作人员在整工作日内受到连续磁场照射时, 其磁通量密度不应超过 0.5mT ; 短时间内的全身照射限于四肢时, 磁通量密度不应超过 25mT 。