

中跨世纪的重大基础理论问题。具体内容包括:土壤胶体表面结构、特性和电荷特点,特别是可变电荷的发生特点;土壤中物质在不同界面上发生的化学反应过程及其转化和迁移的机理。

3.5 **地表物质再分配过程与土壤发生演化** 地表物质的再分配过程是形成并将继续改变土壤圈及其相关圈层现状的最基本原因和动力之一。研究的具体内容包括:自然及人为影响条件下地表特质剥蚀速率及其动力学;人类活动影响下土壤生物地球化学循环的方向、变化速率及其后果,人为作用下土壤发生演化的规律;地表物质再分配过程的环境效应。

## THE PRIORITY AREA OF ENVIRONMENT AND ECOLOGY FROM THE VIEW OF FUTURE SOIL SCIENCE

Zhao Qiguo

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing 210008, China)

# 电磁环境与生态

张林昌

(北方交通大学抗电磁干扰研究中心,北京 100044)

### 1 电磁环境应开展的研究内容

电磁环境一般分为两类问题:一是电磁环境对各种用电设备系统之间的关系;一是电磁环境对生物体,主要是对人类的相互关系。“电磁环境与生态”指的是后一种电磁环境。虽然就全球范围讲电磁环境是一种局部环境,但因其广泛存在,不易被感觉,产生效应的长周期性性质,所以应给予足够的注意。“九五”期间与21世纪初,我国应进行下列研究:

1.1 **强电磁场源的特性** 对人类产生影响的主要是强电磁场源,因而研究其电磁发射的机制,发射的时域与频域特性,电磁场强度与功率谱密度等,是研究电磁环境的基础。强电磁场源主要有大型广播设备、雷达、通信设备、工频高压系统、工业高频电磁场加热(包括介质加热与感应加热,介质加热主要对非导体,感应加热主要对导体)等。

1.2 **传播特性** 研究电磁能量如何从源传播到生物体。传播问题有两类:一类是可以脱离源,独立地对电波传播特性进行研究。例如:由电视塔辐射出的电磁场对周围居民的影响,雷达天线辐射的信号对雷达兵的影响等。另一类是距离太近(远小于波长)的近场,则必须将源与传播过程结合在一起研究,源的辐射特性与传播特性不可能截然分开。例如手持移动无线电收发信机及高频热合机对操作人员的辐射等。

1.3 **生物效应** 研究生物体(甚至细胞、遗传基因)受电磁场辐射后产生的变化。这类问题虽可与以上两类问题分开独立研究,但最后的影响必须有场强的数据。值得注意的是,关于工频(50Hz, 60Hz)强电磁场的生物效应的研究,国内外的结论都不够明确,应予特别注意。

### 2 研究方法

**2.1 源的特性与传播特性** (1)理论分析与计算。主要目的在于求不同的强电磁场源附近的场分布。由于大多数问题都涉及近场分布,所以一般情况下将源的特性与场的传播问题统一进行考虑。由于所研究的问题常常是复杂的,因而分析求解的过程不能依靠解析法,而是常常借助于数值方法,例如矩量法、有限元法、有限差分法等。(2)实验室研究。即在近似理想的环境中(例如电波暗室),对强电场源周围的场分布进行测量,画出分布图。测量可在实际的源附近进行(即 1:1)或者将强电磁场源做成缩尺模型,并将测量频率按所研究的频率成比例提高。实验室研究的困难在于,要使测量探头(天线)尽量少的扰动原来的场分布,使测量用的电线电缆在强电磁场环境下不感应附加电动势,以及模型的制做与测量场地的理想化程度等。测量需全自动化,以减小操作人员对场的干扰,也为了对人员的防护。(3)现场测量与研究。在现场对强电磁场源的场分布进行测量,如在电视发射塔周围测量其电磁场分布情况。这些测量容易受环境和周围物体的影响。

**2.2 生物效应的研究** 要研究电磁场辐射对生物体的效应,必须确切了解在生物体周围的电磁场分布。(1)机理研究。美国学者认为电磁场的危害主要是热效应,而前苏联学者更重视生理效应。所以两国的标准中允许的辐射电平相差甚远,美国比苏联宽很多。但无论强调什么机理,这方面研究应在以下四级尺度下进行,即个体、器官、细胞和基因。(2)实验室方法。建立强的电磁场源,研究生物体在强电磁场辐射下的变化。(3)现场研究与跟踪。这类研究的对象多为人群,借助统计学方法进行分析,前苏联学者注重长时间(例如 10 年)跟踪调查。

### 3 研究概况

**3.1 多种数学手段的建模与分析计算** 国外学者大量采用了电磁场的数值方法分析源附近的场分布。如美国的 Chesworth 于 1989 年首次对移动通信手持机的近场分布进行了计算,应用矩量法与积分方程,对 400 MHz 短螺旋天线进行的计算结果表明,其磁场强度大于美国 ANSI 95.1-82 标准(“人类暴露于无线电频率电磁场的安全电平”)一个数量级。

**3.2 实验室研究** 一些权威性研究机构注重进行场源特性的实验室研究。例如,美国国家标准与技术研究院(NIST)的 J. Adams,于 1993 年发表了关于对手持机进行的测量报告。测量频率:40,162,464 MHz(功率 5W);823 MHz(功率 3W),在 7—57 cm 距离范围内测了 9 个点。结论表明,当手持机距离 12 cm 时,(转动 360°)在最强的方向三维合成场可达 800 V/m 以上,比 ANSI 95.1-82 超出一个量级以上,比中国国家标准 GB8702-88 电磁辐射防护规定中的公众照射允许值(12 V/m)和 GB9715-88《环境电磁波卫生标准》中的中间区超出更多。

**3.3 现场研究** 由于现场研究的结果更接近实际情况,所以虽然精度较差,但国外学者仍不乏应用。VRC-12 是常用的战术通信系统,E. B. Joffe 应用了一个实验系统,对其车载条件下周围的场进行测量,并用矩量法等三种分析计算方法进行了场分布的计算,计算与实验结果吻合较好,其实验工作就是在现场做的。得到的结果之一是:在该电台以外距离 1 m,频率 75 MHz,天线距地面 2.46 m 最大场强可达 45 V/m(对应远场相应于 0.54 mW/cm<sup>2</sup>,这一数据与 IRPA 标准(1.0 mW/cm<sup>2</sup>)相比不超过,但与中国国家标准相比则超标。由于是距天线 1 m,如距离再近则问题就更严重了。更突出的例子是美国学者 P. D. Fisher 用十年时间(1982—1991)测量了 5000 部交通警用雷达(包括 30 个型号,8 种不同的车内安放位置)对车内使用者的辐射暴露情况,结论是基本符合 ANSI 95.1-82 的指标,由此可见国外在这方面投入的力量。

**3.4 生物实验** 在美国西南研究院建造了一个系统研究工频(60 Hz)生物效应的实验装

置,研究对象是猿、狒狒之类的灵长目动物,场强达到 30 kV/m(E)暴露面积  $5.2 \times 7.9 \text{ m}^2$ ,两电极间距离 2.5m。由此可见,国外的生物实验规模已从白鼠、兔子之类扩展到灵长目,而暴露面积与场强也是其他研究不可比拟的,并且已将研究频率转向工频,当然其他频率的研究也没削弱。这体现了研究工作在全频段展开。

#### 4 建议

考虑到我国研究工作的薄弱环节,应加强强电磁场源的场分布研究,选择四类危害较明显的不同类型强场源为研究对象,即广播(电视塔)、通信设备(手持机)、工业设备(介质或感应加热)、家用电器(微波炉)。通过研究提出不同类型源的数值计算方法、实验研究方案(包括实验系统)以及有代表性的实验结果,从而为生物效应的研究或辐射防护提出依据。

## ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT AND ECOLOGY

Zhang Linchang

(Northern Jiaotong University, Beijing 100044, China)

# LSAMD 新技术应用于环境与生态研究

陈颀延

(清华大学 北京 100084)

近代的环境与生态科学技术的发展提出的大量课题,需要从微观的作用机制角度来阐明它宏观的现象和规律性,即需使用微观的手段来解决宏观的环境与生态问题。迄今为止,一些发展成熟或成型的微量观测手段大都不能满足人们的新要求。已有的方法控测灵敏度(包括化学预处理程序)大约是  $10^{-6} - 10^{-10}$ ,探测的选择性很差,而且大都是静态的平均量测量。现实的要求是发展超微量的动态观测手段,它的探测灵敏度应达到  $10^{-9} - 10^{-12}$ ;探测选择性(抗干扰性)应达到  $10^{15}$ 以上;不但能给出平均量,而且能给出动态的微分分布量(微米的空间分辨力,  $10^{-8} - 10^{-12}$ 秒的时间分辨力)。

几年前发展出的单原子(分子)探测(Single Atom & Molecule Detection, S. A. M. D)技术,使超微量探测技术的发展进入一个崭新阶段。表1列出了几种先进的微量分析方法性能比较。

### 1 LSAMD 基本原理

原子(或分子)外层电子的特征性能级结构是共振激发或电离的物理基础。用一个或几个频率  $\omega$  的激光将待测原子从基态逐阶地共振激发到激发态,再进一步激发使其电离,然后用离子探测器检测出待测的离子。这样就构成共振电离谱仪(RIS)。如果进而将共振电离和飞行时间质谱学结合为 RIS-TOFMS,构成所谓“两维谱仪”,即同时实现原子序数  $Z$  和原子量  $A$  的选择。给出两维参数,并给出同位素比,即可实现单原子(分子)探测(S. A. M. D),它的性能参数如表2。