

以环境质量为核心构建电磁环境标准体系的建议

范方辉^{1,2,3,4}, 范梦池^{1,2,3,4}, 曹勇^{1,2,3,4}, 穆晨阳^{1,2,3,4}, 吴科庆^{1,2,3,4}

(1. 浙江省辐射环境监测站, 浙江 杭州 310012; 2. 生态环境部辐射环境监测技术中心, 浙江 杭州 310012; 3. 国家环境保护辐射环境监测重点实验室, 浙江 杭州 310012; 4. 浙江省辐射环境安全监测重点实验室, 浙江 杭州 310012)

摘要:结合当前我国电磁环境管理的需求,分析了现有电磁环境标准的制定情况及存在的问题,提出以环境质量为核心,构建具有5个不同层次的电磁环境标准体系,包括电磁环境质量标准、电磁辐射排放(控制)标准、电磁环境监测标准、电磁环境基础标准和电磁环境管理技术规范。根据标准的定位、作用、特征及相互关系,提出了电磁环境标准制修订的相关建议。

关键词: 电磁辐射; 环境标准体系; 环境质量

中图分类号: X-65 文献标志码: B 文章编号: 1006-2009(2023)03-0006-05

Suggestions on Establishing Electromagnetic Environment Standard System with Environmental Quality-oriented

FAN Fang-hui^{1,2,3,4}, FAN Meng-chi^{1,2,3,4}, CAO Yong^{1,2,3,4}, MU Chen-yang^{1,2,3,4}, WU Ke-qing^{1,2,3,4}

(1. Zhejiang Province Radiation Environmental Monitoring Station, Hangzhou, Zhejiang 310012, China; 2. Radiation Monitoring Technical Center of Ministry of Ecology and Environment, Hangzhou, Zhejiang 310012, China; 3. State Key Laboratory of Radiation Environmental Monitoring for Environmental Protection, Hangzhou, Zhejiang 310012, China; 4. Zhejiang Key Laboratory of Radiation Environmental Safety Monitoring, Hangzhou, Zhejiang 310012, China)

Abstract: According to the current demand of electromagnetic environment management in China, this paper analyzed the development and existing problems of the electromagnetic environment standards, and proposed to build five different levels of electromagnetic environment standard system with environmental quality-oriented, including electromagnetic environment quality standards, electromagnetic radiation emission (control) standards, electromagnetic environment monitoring standards, electromagnetic environment basic standards and electromagnetic environment management technical specifications. Based on the scope of application, function, characteristics and interrelationship of the standards, it put forward relevant suggestions for the revision of electromagnetic environment standards.

Key words: Electromagnetic radiation; Environmental standard system; Environmental quality

随着科技的进步尤其是电子信息和能源传输等技术的飞速发展,电磁辐射设施(设备)建设和应用日益广泛,环境电磁辐射的种类和复杂程度空前增长^[1]。如何衡量电磁环境质量优劣,判别电磁污染源排放是否超限,持续改善电磁环境质量,都需要通过电磁环境保护标准统一技术方法,作为环境管理制度实施的技术依据。电磁环境标准体

系是电磁环境标准制修订的基础,通过合理划分层次,协调相互关系,明确适用对象,增订、修订或废

收稿日期:2022-09-28;修订日期:2023-03-02

基金项目:浙江省重点研发计划基金资助项目(No. 2021C03134)

作者简介:范方辉(1978—),男,浙江萧山人,高级工程师,硕士,从事电磁辐射环境监测与研究工作的。

止一些标准,可以使标准体系更加科学、协调、系统,更好地支撑电磁环境管理,提高环境管理的效能^[2]。

1 我国现行电磁环境标准

1.1 已经制定的电磁环境标准

早在 20 世纪 50 年代,以美国和苏联为代表的许多国家就开展了电磁辐射防护标准研究。我国在 20 世纪 80 年代开始相关标准研究,原国家环境保护局制定了《电磁辐射防护规定》(GB 8702—1988)等标准,自 1988 年颁布执行以来,在电磁环境管理中发挥了重要作用。

近年来,电磁环境管理工作受到高度重视,相关标准研究持续推进。原环境保护部于 2014 年修订发布了《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)^[3],并且加快制定了与输变电、移动通信、广播电视等电磁辐射项目相关的环境影响评价、竣工环境保护验收、环境监测等十余项技术标准与规范,满足电磁环境管理的需求。现行电磁环境标准框架初步形成,与我国生态环境标准体系基本保持一致,符合《生态环境标准管理办法》(生态环境部令第 17 号)的要求,在电磁环境管理中发挥了积极作用。

(1) 电磁环境质量标准。2015 年 1 月 1 日起实施的《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)规定了电磁环境中控制公众曝露的电场、磁场、电磁场(1 Hz~300 GHz)的场量限值、评价方法和相关设施(设备)的豁免范围,适用于电磁环境中控制公众曝露的评价和管理^[4]。2020 年 12 月 1 日起实施的《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB 39220—2020)规定了直流输电工程合成电场的限值及其监测方法,适用于直流输电工程合成电场的监测、评价和管理。作为我国电磁环境标准体系的基础,上述电磁环境质量标准的实施实现了 0 Hz~300 GHz 频率范围内静态场、低频场和射频场公众曝露控制限值的全覆盖,是电磁环境管理的权威依据,可以有效保护环境和保障公众健康,促进产生电场、磁场和电磁场相关行业的健康发展。

(2) 电磁环境监测标准。我国现行电磁环境监测标准分为通用标准和专项标准,其中,《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2—1996)对电磁辐射监测仪器和方法

的通用要求进行了规定;《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681—2013)《移动通信基站电磁辐射环境监测方法》(HJ 972—2018)《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB 39220—2020)《中波广播发射台电磁辐射环境监测方法》(HJ 1136—2020)《5G 移动通信基站电磁辐射环境监测方法(试行)》(HJ 1151—2020)和《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》(HJ 1199—2021)等 6 项标准对输变电工程、移动通信基站、中短波广播发射台等设施的电磁辐射监测进行了具体规定,明确了监测布点、测试方法、监测仪器、质量控制、数据处理等技术要求^[5]。上述电磁环境监测标准在配套支持电磁环境质量标准的实施,以及满足生态环境管理和监督执法需求等方面发挥了重要作用。

(3) 电磁环境管理技术规范。电磁环境管理技术规范是针对各类电磁环境设施环境保护管理工作的技术规范,主要包括环境影响评价技术导则、建设项目竣工环境保护验收技术规范、环境保护技术要求等,覆盖输变电工程、广播电视发射台、卫星地球上行站等设施,具体包括《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T 10.3—1996)《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24—2020)《环境影响评价技术导则 广播电视》(HJ 1112—2020)《环境影响评价技术导则 卫星地球上行站》(HJ 1135—2020)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》(HJ 705—2020)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 广播电视》(HJ 1152—2020)和《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113—2020)。上述电磁环境管理技术规范对于相关行业的监督管理形成了有效指导。

1.2 存在的问题

1.2.1 电磁环境质量标准须适时修订

现行的《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)参考了国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)1998 年发布的《限制时变电场、磁场和电磁场(300 GHz 及以下)曝露导则》,以及电气与电子工程师学会(IEEE)2002 年发布的《关于人体曝露到 0 Hz~3 kHz 电磁场安全水平的 IEEE 标准》,考虑了我国电磁环境保护工作实践。然而,IEEE 和 ICNIRP 分别于 2019 年和 2020 年发布了新标准^[6-7],对原标准进行了修订、合并和取代,新标准

的内容与原标准有一定差异。因此,有必要跟踪和研究相关国际组织最新发布的标准,结合我国国情适时修订现行电磁环境质量标准。

1.2.2 电磁辐射排放标准存在缺失

目前,我国尚未制定电磁辐射排放标准。电磁辐射作为一种能量流^[8],既是有益于社会经济发展的信息载体和能量流载体,又是潜在的环境污染要素,与噪声类似。不同于水污染物和大气污染物在环境中会发生扩散和累积,电磁辐射环境影响具有局限性和瞬时性特征,一般局限于电磁辐射设施(设备)周围区域,并会随设施(设备)停止工作而消失。依据《生态环境标准管理办法》(生态环境部令第 17 号),为改善生态环境质量,控制排入环境中的污染物或其他有害因素,根据生态环境质量标准和经济、技术条件,可制定污染物排放标准。电磁辐射排放标准应根据行业类型,客观反映所管控行业的污染物排放特征,以行业污染防治可行技术和可接受生态环境风险为主要依据,科学合理地确定电磁排放控制要求。

1.2.3 电磁设施监测标准不齐全

目前,对输变电工程、移动通信基站、中短波广播发射台等设施的电磁环境监测标准已经实施,对雷达、调频广播、地面电视等设施的电磁环境监测标准正在制定或已列入制定计划,对工业、科学、医疗设备的电磁环境监测标准尚在研究中。通用指导性监测技术规范《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2—1996)制定于 20 世纪 90 年代中期,亟须修订。

1.2.4 产品电磁辐射限值标准不齐全

产品电磁辐射限值标准虽然不属于电磁环境标准体系,但对改善电磁辐射环境质量和防治电磁辐射污染具有重要作用。源头控制是电磁辐射污染防治的有效手段,制定工业、科学、医疗等领域产品(设备)的电磁辐射限值标准,不仅可以从技术指标和性能方面促进相关产品的升级和优胜劣汰,还可以降低产品对电磁环境的影响,保护公众的电磁暴露安全。《中华人民共和国产品质量法》第十三条规定:可能危及人体健康和人身、财产安全的工业产品,必须符合保障人体健康和人身、财产安全的国家标准、行业标准;未制定国家标准、行业标准的,必须符合保障人体健康和人身、财产安全的要求。因此,工业与信息化、交通运输、能源、广播电视等相关行业主管部门应根据电磁环境保护的

要求和经济、技术条件,在产品质量标准中规定电磁辐射限值,市场监督管理等部门对生产、销售有电磁辐射限值的产品进行监督。

2 我国电磁环境标准体系构建

2.1 电磁环境标准体系架构

我国的电磁环境管理已经由以建设项目审批管理为重点,转向以环境质量为核心的全过程管理。因此,电磁环境标准体系也应该以当前国家电磁环境质量标准为基础,合理划分层次,协调相互关系。建议其架构包括 5 个层次,即电磁环境质量标准、电磁辐射排放(控制)标准、电磁环境监测标准、电磁环境基础标准和电磁环境管理技术规范。

(1)电磁环境质量标准。电磁环境质量标准是标准体系的最高层级和核心,是所有电磁环境标准的目标标准。制定电磁环境质量标准的目的是防止电场、磁场、电磁场污染,保障公众健康,保护适宜公众居住、工作和学习的环境,保持相关产业的可持续发展。在形式上,电磁环境质量标准是保护人体的基本标准,完全从受体保护的角度,根据确定性效应制定限值,并采取谨慎的预防性原则,通常是全身或部分人体暴露于任何数量的产生电磁场的装置时的最大允许水平。从应用角度,电磁环境质量标准是评价电磁环境是否符合环境保护要求的量化指标,也是制定电磁辐射设施(设备)电磁辐射排放(控制)标准的法理基础和科学依据,其制定和实施来自法律授权。

我国现行电磁环境质量标准《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)和《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB 39220—2020)对公众日常活动区域执行统一标准,未按功能区规定不同的标准限值,仅针对特例情况(架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所)放宽限值。今后应进一步研究论证,是否需要按功能区(居住区、商业区、工业区等)或保护目标规定标准限值。

(2)电磁辐射排放(控制)标准。电磁辐射排放(控制)标准是标准体系的次要层级,是使环境符合电磁环境质量标准的重要保障。制定电磁辐射排放(控制)标准的目的是通过经济可行的技术条件,控制排入环境中的电磁辐射,确保公众活动区域符合电磁环境质量标准。排放控制要求以行业污染防治可行技术和可接受生态环境风险为主

要依据,通常采用的技术条件包括规划控制、技术改进、监督管理等手段的综合应用。

电磁辐射排放(控制)标准是针对电磁辐射污染源场所或设施(设备)而制定的强制实施标准,是政府实施电磁环境管理的行政措施依据,具有法律约束力。根据电磁辐射环境管理实践,从性质上又可分为电磁辐射排放标准和电磁辐射控制标准两类,分别针对不同类型的设施。电磁辐射排放标准主要针对不以发射电磁波为主要目的,在使用过程中存在电磁辐射泄漏的伴生设施,包括输变电工程、熔炼加热设备、热合加热设备等,通过在设施厂界或设备表面限定电磁辐射限值,达到管控电磁辐射排放的目的,从而防止对外环境产生电磁辐射环境污染。电磁辐射控制标准主要针对以发射电磁波为目的的信息发射设施,包括广播电台、雷达、通信基站、卫星地球上行站等,通过对发射设施向外发射电磁辐射的源强、方向、区域、距离或时间的控制,达到管控电磁辐射排放的目的,进而确保区域电磁环境质量达标^[9]。

(3)电磁环境监测标准。电磁环境监测标准是标准体系的关键层级和重要支撑,目的是配套支持电磁环境质量标准和电磁辐射排放(控制)标准的制定和实施,以及项目竣工环境保护验收、排污许可证核发等电磁环境管理和监督执法需求。电磁环境监测标准主要通过规范布点采样、分析测试、监测仪器、量值传递、质量控制、数据处理等技术要求,描述如何检验是否符合电磁环境质量标准和电磁辐射排放(控制)标准。应当采用稳定可靠且经过验证的方法,在保证科学性、合理性、普遍适用性的前提下提高电磁环境监测标准的便捷性,使其易于推广使用。

我国现行电磁环境监测标准主要分为针对电磁辐射环境监测的通用方法和针对电磁辐射污染源(设施)的具体方法两类,前者规定了普适性的电磁辐射监测仪器和方法,后者根据特定种类电磁辐射设施的特点规定了具体的操作方法。建议适时制定《电磁辐射环境监测技术规范》《工科医疗设备电磁辐射环境监测方法》《区域电磁环境质量监测与评价》等标准。

(4)电磁环境基础标准。电磁环境基础标准在标准体系中发挥着基础作用,是在环境标准化工作范围内对有指导意义的符号、代号、指南、程序、规范等的统一规定。制定电磁环境基础标准的目

的是统一规范电磁环境标准的制修订技术工作和电磁环境管理工作,包括电磁环境通用术语、图形符号、编码和代号(代码)及其相应的编制规则等技术要求,具有通用指导意义。

目前我国电磁环境基础标准中的术语部分主要依赖相关行业部门,参考有关国家标准中的相关内容,如《电工术语 基本术语》(GB/T 2900.1—2008)《电工术语 电磁兼容》(GB/T 4365—2003)《电信术语 无线电波传播》(GB/T 14733.9—2008)等,相关基础工作仍有待开展。建议制定《电磁环境通用术语》《电磁辐射警示和防护指示标志》《电磁辐射设施(设备)编码和代号(代码)编制规则》等标准。

(5)电磁环境管理技术规范。电磁环境管理技术规范是标准体系中与日常电磁环境监督管理密切相关的部分,位于日常管理操作层面。制定电磁环境管理技术规范的目的是规范各类电磁环境保护管理工作的技术要求,包括环境影响评价导则、竣工验收技术规范、建设项目电磁环境保护技术要求等管理技术指南、导则、规程、规范等。

目前,我国的电磁环境管理技术规范日渐完善且逐渐形成体系。然而,随着生态环境保护改革的深化及电磁环境管理的不断完善和深入,仍应持续制修订电磁环境管理技术规范,如《环境影响评价技术导则 雷达》《建设项目竣工环境保护验收技术规范 雷达》等,以满足管理需求。

2.2 其他行业制定的电磁环境标准

除生态环境部门制定的电磁环境标准之外,通信、电力、广电和气象等行业部门也制定了部分电磁环境标准,包括《通信系统电磁防护安全管理总体要求》(YD/T 2196—2010)《输变电工程电磁环境监测技术规范》(DL/T 334—2010)《广播电视天线电磁辐射防护规范》(GY 5054—1995)等,可以作为电磁环境标准体系的必要组成和有益补充。今后,应加强此类标准与生态环境标准之间的衔接和协调。

3 结论与建议

根据工作需要,按照轻重缓急,尽快补齐短板,加快对老旧标准的制修订,优化标准管理与验证机制,形成覆盖到位、协调统一、先进适用的电磁环境标准体系。建议:①及时跟踪世界卫生组织、IC-NIRP、IEEE等在电磁环境标准领域的研究进展,

借鉴其成熟经验;②组织开展现行电磁环境标准规范实施情况评估,推进标准规范的废止、整合与更新工作;③重点补充和更新电磁环境监测标准,积极推动管理迫切需求的电磁污染排放标准等出台,做好工科医电磁环境管理相关领域的标准研究储备,更好地支撑电磁环境管理工作。

[参考文献]

- [1] 杨维耿,翟国庆.环境电磁监测与评价[M].杭州:浙江大学出版社,2011:3.
- [2] 裴晓菲.我国环境标准体系的现状、问题与对策[J].环境保护,2016,44(14):16-19.
- [3] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.电磁环境控制限值:GB 8702—2014[S].北京:中国环境科学出版社,2014.
- [4] 肖鹏,吕雪艳,张文芊,等.雄安新区环境电磁辐射水平初步监测[J].环境监测管理与技术,2022,34(5):57-59.
- [5] 韦庆,葛晓阳.5G基站电磁辐射环境特征及监测实证研究[J].环境监测管理与技术,2021,33(4):53-56.
- [6] IEEE. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electric, magnetic, and electromagnetic fields, 0 Hz to 300 GHz: C95.1—2019[S]. New York: IEEE, 2019.
- [7] ICNIRP. ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)[J]. Health Phys, 2020, 118(5):483-524.
- [8] 王冠,徐辉,云欢,等.关于电磁辐射环境监管“十四五”规划的思考[J].环境保护,2021,49(2):66-88.
- [9] 王晓云,陈志平.基于相位差的多系统通信基站的电磁辐射监测[J].环境监测管理与技术,2019,31(1):68-71.
- 本栏目编辑 姚朝英
- (上接第5页)
- [3] 左其亭.国家多层水生态健康保障体系构建[J].水利学报,2021,52(11):1347-1354.
- [4] 姜彤.莱茵河流域水环境管理的经验对长江中下游综合治理的启示[J].水资源保护,2002(3):45-50.
- [5] 张宁红.太湖流域生态安全监测体系的构建[J].环境监测管理与技术,2008,20(3):1-5.
- [6] XU H, PAERL H W, QIN B, et al. Determining critical nutrient thresholds needed to control harmful cyanobacterial blooms in hypertrophic Lake Taihu, China [J]. Environmental Science & Technology, 2015, 49(2):1051-1059.
- [7] HUISMAN J, CODD G A, PAERL H W, et al. Cyanobacterial blooms[J]. Nature Reviews Microbiology, 2018, 16(8):471-483.
- [8] 谢平.太湖蓝藻的历史发展与水华灾害[M].北京:科学出版社,2008.
- [9] 马荣华,孔繁翔,段洪涛,等.基于卫星遥感的太湖蓝藻水华时空分布规律认识[J].湖泊科学,2008,20(6):687-694.
- [10] 水利部太湖流域管理局.太湖健康状况报告(2017)[R].上海:水利部太湖流域管理局,2017.
- [11] 赵凯,周彦锋,蒋兆林,等.1960年以来太湖水生植被演变[J].湖泊科学,2017,29(2):351-362.
- [12] 高海龙,程寒飞,詹茂华,等.太湖水生植物研究进展[J].湿地科学,2019,17(1):9-15.
- [13] 谢立莹,薛庆举.太湖水生植被生态恢复技术研究进展——以水专项研究成果为例[J].安徽农业科学,2022,50(14):18-21.
- [14] 谢丽强.太湖水生态系统演变特征分析报告[R].南京:中国科学院南京地理与湖泊研究所,2020.
- [15] 毛志刚,谷孝鸿,曾庆飞,等.太湖渔业资源现状(2009—2010年)及与水体富营养化关系浅析[J].湖泊科学,2011,23(6):967-973.
- [16] 张翔,沈伟,周国栋.2018—2020年太湖鱼类群落结构及其环境因子典范对应分析[J].生态与农村环境学报,2021,37(5):674-680.
- [17] 张敏,刘磊,蓝艳,等.《莱茵河2020年行动计划》实施效果评估结果及《莱茵河2040年行动计划》主要内容——对编制黄河生态环境保护规划的启示[J].四川环境,2020,39(5):133-137.
- [18] PLUM N, SCHULTE-WÜLWER-LEIDIG A. From a sewer into a living river; the Rhine between Sandoz and Salmon [J]. Hydrobiologia, 2014, 729(1):95-106.
- [19] VAN DIJK G M, MARTEIJN E C L, SCHULTE-WÜLWER-LEIDIG A. Ecological rehabilitation of the river Rhine: plans, progress and perspectives [J]. Regulated Rivers Research and Management, 1995, 11(3/4):377-388.
- [20] ICPR. 1999 convention on the protection of the Rhine [R]. Bern: ICPR, 1999.
- [21] ICPR. Strategy for avoiding and reducing micropollutants of diffuse origin, based on the case study of plant protection products: Synthesis Report No. 240 [R]. Koblenz: ICPR, 2017.
- [22] NISHIZAWA E, KUROKAWA T, YABE M. Policies and resident's willingness to pay for restoring the ecosystem damaged by alien fish in Lake Biwa, Japan [J]. Environmental Science & Policy, 2006, 9(5):448-456.
- [23] 余辉.日本琵琶湖流域生态系统的修复与重建[J].环境科学研究,2016,29(1):36-43.
- [24] 白音包力皋,许凤冉,高士林,等.日本琵琶湖水环境保护与修复进展[J].中国防汛抗旱,2018,28(12):42-46.
- [25] RICHTER B D, MATHEWS R, WINGTON H R. Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity [J]. Ecological Applications, 2003, 13(1):206-224.
- [26] 张海燕,沈丽娟,周蔚,等.基于底栖动物完整性指数的常州武南区水域生态健康评价[J].环境监测管理与技术,2021,33(4):35-39.
- [27] 张艳会,朱红云,李冰.指标动态权重对湖泊水生态系统健康评价影响研究[J].环境监测管理与技术,2022,34(5):16-21.