

# 中国噪声自动监测的现状和发展

毛玉如<sup>1</sup>, 汪赞<sup>1</sup>, 张建勋<sup>2</sup>

1. 中国环境监测总站, 国家环境保护环境监测质量控制重点实验室, 北京 100012

2. 濮阳绿宇新材料科技股份有限公司(河南省噪声控制技术工程研究中心), 濮阳 457004

**摘要** 介绍了国际噪声自动监测的发展态势, 回顾了中国噪声自动监测的发展历程, 划分了发展阶段, 评述了中国噪声自动监测的成效及不足。未来3~5年是噪声监测工作开新局、谋新篇的新阶段, 一是应进一步优化声环境质量自动监测网络, 健全监测数据质量管理体系, 提升噪声监测标准化、信息化水平; 二是要加速噪声监测数智化转型, 推进噪声声纹识别、噪声地图等先进技术手段应用, 大幅提高对噪声污染类型和时空分布的识别精准度, 助力解决人民群众身边的突出噪声问题, 为美丽中国建设作出更大的贡献。

**关键词** 噪声自动监测; 噪声污染防治法; 数智化监测

噪声污染伴随着城镇化和工业化的发展而产生。随着蓝天、碧水、净土污染防治攻坚战取得显著成效, 人民群众对生态环境质量的期望更高, 对噪声污染问题的容忍度更低, 表现为投诉率高、社会关注度高、不满意度高, 成为当前群众最关心的身边“烦心事”之一。习近平总书记多次强调要坚持以人民为中心, 还自然以宁静、和谐、美丽。在2023年全国生态环境保护大会上, 习近平总书记强调“要下大气力解决老百姓‘家门口’的噪声、油烟、恶臭等问题, 积极回应人民群众关切。”噪声监测是对干扰人们学习、工作和生活的声音及其声源进行的监测活动。噪声监测为噪声污染防治提供可靠数据, 是声环境质量评价、噪声污染防治、噪声

管理决策等的重要基础, 在支撑声环境质量管理、研判噪声污染状况、识别噪声污染源等方面发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。

传统采用手持式噪声监测仪的测量方式存在采样时间短、采样频次低、短时数据不能代表长期噪声水平、突发噪声不易捕捉、劳动强度大、易受人为干扰等缺点。例如, 《声环境质量标准》(GB 3096—2008)规定夜间突发噪声最大值超过环境噪声限值的幅度不得高于15 dB(A), 而手工监测在这方面的缺陷显而易见。由于噪声属于物理污染, 具有随机性和起伏变化大的特点, 手工监测方法很难满足城市噪声污染的精准评价和管理决策需要。噪声自动监测系统具有无人值守、连续运行、数据量

收稿日期: 2023-10-31; 修回日期: 2024-03-19

作者简介: 毛玉如, 副研究员, 主要研究方向为噪声监测与污染防治和环境监测管理等, 电子信箱: maoyuru@cnemc.cn

引用格式: 毛玉如, 汪赞, 张建勋. 中国噪声自动监测的现状和发展[J]. 科技导报, 2024, 42(20): 23-31;

doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.11.01652

大、人为干扰小等优点,使噪声监测数据更全面、更客观,提高了监测效能,使噪声监管由事后向事中延伸,有利于推进噪声治理体系和治理能力现代化。

## 1 国际噪声自动监测的发展态势

20世纪60年代以后,世界上相当多的国家相继开展了城市噪声普查,有的还作为例行的环境监测项目来进行。1961—1963年,英国伦敦采用网格法布点方式,进行了规模较大的城市噪声调查。1968—1985年,意大利在14个城市中共进行了33次城市噪声调查<sup>[2]</sup>。欧美等发达国家和地区在20世纪70年代,就已对噪声自动监测新技术开始了研究。1974年,世界上第1套噪声自动监测系统在法国图卢斯安装使用。为有效利用噪声自动监测系统产生的海量数据,及时掌握和表征城市或区域的声环境质量状况,相继开发了相关的噪声预测、评价和制图软件<sup>[3]</sup>。

国外逐步应用噪声预测的方式评估城市大范围声环境质量,但现在仅有少数城市开展城市区域噪声污染的网络化监测或自动监测。例如,西班牙马德里建有由31台固定监测子站和16台流动监测子站组成的噪声自动监测系统。日本每年开展覆盖全国的普查性声环境质量监测工作,监测方式以手工监测为主,部分点位采用自动监测<sup>[4]</sup>。以上监测数据均向社会发布,服务于城市噪声污染防治。

国外噪声自动监测更多应用于航空噪声、道路交通噪声和建筑施工噪声等各类噪声源监测。目前,许多城市的机场建立了噪声自动监测系统,对各类飞机的起降噪声实施自动监测,并直接与机场塔台联网,以确定其是否超标<sup>[5]</sup>。美国芝加哥机场建有36个噪声监测终端,英国伦敦希斯罗机场建有50个噪声监测终端,连续测量机场周围的噪声。澳大利亚建有国家级机场航空噪声控制中心,在布里斯班、凯恩斯等机场建有45个噪声监测终端<sup>[6]</sup>。新加坡、英国、澳大利亚等国家采用噪声自动监测系统监控建筑施工噪声。2019年4月,德国首次上线使用铁路噪声在线监测系统,已覆盖其2/3的货运线路<sup>[7]</sup>。

国外持续强化噪声科技研发,使得中国噪声控制与声学设计的计算软件和测量分析系统市场一度被占据,并以先进的噪声标准逐步提高产品准入门槛<sup>[8]</sup>。国际上噪声自动监测的研究和发展方向表现在3个方面:一是完善噪声的全自动监测,探索阵列监测、移动监测、小微站监测和手机监测等新型监测方式,提高监测数据的时间代表性和空间代表性<sup>[9-11]</sup>;二是加强噪声源和噪声事件识别能力,着重进行噪声信息频率组分、时间特性、空间分布的分析,以及智能识别等方面的研究<sup>[12-14]</sup>,服务于噪声精准识别和源头管控<sup>[15]</sup>;三是基于噪声自动监测数据优化噪声预测,为噪声评价、控制和规划提供依据<sup>[16-19]</sup>。

## 2 中国噪声自动监测的发展历程

中国的噪声监测工作始于1973年,经过50多年的不懈努力,噪声自动监测从无到有,取得长足进步,形成了较为完整的体系,相关技术和标准基本覆盖了噪声自动监测领域,具体可分为4个发展时期。

### 2.1 萌芽期(1973—1982年)

20世纪60年代,中国现代声学的重要开创者和奠基人马大猷院士领导调查、研究噪声,中国科学院声学研究所举办了第一期全国噪声训练班。1973年,马大猷在第一次全国环境保护会议上提出将噪声列为环境污染“四害”之一。随后,在北京、天津等8个城市组织开展了交通噪声测试和城市噪声调查<sup>[8]</sup>。1979年,原国务院环境保护领导小组办公室在湖南衡阳举办了第一期全国噪声污染防治学习班,为环保系统培养了首批噪声监测人员。继而地方环保部门也相继设置机构、配备和培训人员从事噪声污染防治的管理工作<sup>[20-21]</sup>。1980年开始,声环境质量监测正式纳入全国环境监测的常规监测项目,有40多个城市开展了城市道路交通噪声、区域声环境质量的普查监测工作。1982年,《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—82)和《城市环境噪声测量方法》(GB 3222—82)发布,中国声环境监测和评价方法逐渐趋于统一。至此,中

国噪声监测网络和噪声监测方法初步建立,为噪声自动监测奠定基础。

## 2.2 成长期(1982—1997年)

1986年,原国家环境保护局制定了《环境噪声污染防治“七五”计划要点》,提出重点城市分期分批建立环境噪声自动监测网络,在北京、天津、上海等33个已建大气自动监测站的城市建成环境噪声监测系统;颁布了由中国环境监测总站(以下简称“总站”)组织制定的《环境监测技术规范(噪声部分)》,规定了噪声监测的项目、频次、数据处理方法、数据报告程序等内容<sup>[20]</sup>。随着噪声监测工作的发展,中国噪声监测仪器的开发应用得到迅速发展,具有自动采样、数据处理和打印功能的监测仪器已部分取代了声级计。1987年,原国家环境保护局组织有关部门对国产的噪声监测仪器和噪声自动显示装置进行了评选并向全国环保系统推荐,进一步促进了中国噪声监测仪器的研制和发展<sup>[21]</sup>。1988年,《机场周围飞机噪声环境标准》(GB 9660—1988)及《机场周围飞机噪声测量方法》(GB 9661—1988)、《城市区域环境振动标准》(GB 10070—1988)及《城市区域环境振动测量方法》(GB 10071—1988)发布实施。1990年,《铁路边界噪声限值及其测量方法》(GB 12525—1990)发布实施(2008年发布修改方案)。1994年,原国家技术监督局颁布了《环境噪声测量方法》(GB/T 3222—1994),把噪声长期连续监测作为一种噪声测量方法列入了该标准。

1989年,原国家环境保护局增设噪声管理处,各省级环保部门基本上配备了专/兼职的噪声防治人员<sup>[21]</sup>。1989年发布并施行的《中华人民共和国环境噪声污染防治条例》(国务院第40号令)是中国第1个全国性的环境噪声污染防治法规,标志着噪声治理进入法治轨道。《中华人民共和国环境噪声污染防治法》于1996年10月29日第八届全国人大常委会第二十二次会议通过,自1997年3月1日起施行。

## 2.3 扩展期(1997—2021年)

国内许多城市积极进行噪声自动监测探索和试验,2006年,“苏州市区环境噪声自动监测系统”

建成<sup>[22]</sup>。2007年12月,总站承担了国家公益性行业科研专项“噪声自动监测系统与应用研究”(200709041),正式启动了中国噪声自动监测的相关研究,为中国噪声自动监测路线提供了技术基础。2009年,总站承担了国家公益性行业科研专项“道路交通噪声监测与评价新方法研究”(200909105)。北京市借举办第29届夏季奥林匹克运动会的契机,建成了108套噪声自动监测系统。《声环境质量标准》(GB 3096—2008)提出:全国重点环保城市,以及其他有条件的城市和地区宜设置环境噪声自动监测系统,进行不同声环境功能区监测点的连续自动监测。随着该标准的颁布实施,噪声自动监测系统的建设工作列入各级环境管理部门的议事日程。由于噪声属于物理污染,环境质量的要求就是对噪声排放的要求。2008—2014年,《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348—2008)、《社会生活环境噪声排放标准》(GB 22337—2008)、《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523—2011)这3个排放标准相继发布实施。

2010年,总站印发《声环境质量常规监测暂行技术规定》(总站物字[2010]241号)。2010年底,由原环境保护部牵头,11部委联合发布《关于加强环境噪声污染防治工作 改善城乡声环境质量的指导意见》(环发[2010]144号),要求重点城市设置环境噪声自动监测系统,2011年底前各城市至少设立1个噪声显示屏。广东省出台了《环境噪声自动监测技术规范》(DB 44/T 753—2010),上海市、天津市等地也相继出台了相关的地方标准。2011年,总站印发《功能区声环境质量自动监测技术规定(暂行)》和《环境噪声自动监测系统技术要求(暂行)》(总站物字[2011]200号)。部分地方噪声自动监测工作得到了快速发展,深圳市在2011年第26届世界大学生夏季运动会、南京市在2013年亚洲青年运动会和2014年青年奥运会期间,利用自动监测数据对场馆周边声环境质量进行分析,为赛事提供保障<sup>[22]</sup>。

每年生态环境部发布国家生态环境监测工作方案,组织全国县级及以上城市开展声环境质量监测。各地每年按照《环境噪声监测技术规范 城市

声环境常规监测》(HJ 640—2012)开展城市功能区声环境、区域声环境和道路交通声环境3项监测工作<sup>[4,23]</sup>。但该标准对于声功能区自动监测仅要求上报每季度第2个月的第10日(正常工作日)的监测数据,对于其他大量噪声自动监测数据分析和应用不足。2013年以来,《环境噪声监测点位编码规则》(HJ 661—2013)、《环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正》(HJ 706—2014)、《环境噪声监测技术规范 结构传播固定设备室内噪声》(HJ 707—2014)、《城市轨道交通(地下段)结构噪声监测方法》(HJ 793—2016)相继发布实施。

2017年,《功能区声环境质量自动监测技术规范》(HJ 906—2017)、《环境噪声自动监测系统技术要求》(HJ 907—2017)和《环境振动监测技术规范》(HJ 918—2017)施行。《功能区声环境质量自动监测技术规范》(HJ 906—2017)规范了功能区声环境质量自动监测的基本方法,包括监测点位选取、数据有效性判断、监测结果统计分析、监测系统运行维护、质量保证与质量控制等技术要求。《环境噪声自动监测系统技术要求》(HJ 907—2017)规范了符合生态环境系统监测需求的噪声自动监测系统的技术要求、性能指标和检测方法,定义了噪声自动监测系统由1台或多台噪声监测子站(户外采样部分)及噪声监控系统(软件平台)组成。这2项标准的发布,指导和规范了全国功能区声环境质量自动监测工作,为中国采用自动监测方式开展功能区声环境质量考核评价提供了有力技术支撑。

2018年,原环境保护部印发《机场建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》(环办环评[2018]2号),提出“针对年旅客吞吐量(近期或远期)超千万人次机场,在机场和主要声环境敏感区设置噪声实时监测系统”的要求。

2020年12月,总站首次开展环境噪声自动监测仪(监测子站)的适用性能检测工作。依据《环境噪声自动监测系统技术要求》(HJ 907—2017),通过对数据采集率、本机噪声、温度稳定性、相对湿度稳定性等指标的测试,综合评价噪声自动监测仪的性能质量,为环境噪声监测网络提供基础数据保障。这项工作的开展,标志着噪声自动监测仪有了

专属的“上岗证”。2021年,深圳市印发《深圳市噪声自动监测站运行管理办法》。

## 2.4 提质期(2021年至今)

2021年11月2日发布的《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》规定:实施噪声污染防治行动,加快解决群众关心的突出噪声问题。到2025年,地级及以上城市全面实现功能区声环境质量自动监测,全国声环境功能区夜间达标率达到85%。

2021年12月24日,第十三届全国人民代表大会常务委员第三十二次会议审议通过了《中华人民共和国噪声污染防治法》(简称《噪声法》)<sup>[24]</sup>。原《中华人民共和国环境噪声污染防治法》仅5次提到“监测”,而《噪声法》36次提到“监测”,且《噪声法》对噪声监测的组织开展、实施主体、监测方式等提出了明确要求<sup>[25]</sup>。《噪声法》提出,国务院生态环境主管部门负责制定噪声监测和评价规范,组织开展全国声环境质量监测,推进监测自动化;地方人民政府生态环境主管部门组织开展本行政区域声环境质量监测,加强对噪声敏感建筑物周边等重点区域噪声排放情况的调查、监测。对于工业噪声,聚焦重点源,提出实行排污许可管理的单位应当开展自行监测;噪声重点排污单位应当安装、使用、维护噪声自动监测设备;对于建筑施工噪声,聚焦重点区域,提出在噪声敏感建筑物集中区域施工作业,建设单位应当设置噪声自动监测系统;对于交通运输噪声,落实运营期噪声污染防治责任,要求城市轨道交通运营单位、铁路运输企业应当按照国家规定进行监测,民用机场管理机构应当对机场周围民用航空器噪声进行监测;对于社会生活噪声,发挥社会治理作用,鼓励公共场所管理者采取设置噪声自动监测和显示设施等措施加强管理。

随着《噪声法》的实施,未来对自动监测系统的需求将逐步增加,自动监测系统技术要求高,其安装、使用、维护与手持式噪声监测设备差别大,尽管国内企业已开始涉足这一领域,但仍处于起步阶段,这就要求国内企业加大技术创新力度,研发低成本、微型化、动态实时感知的全天候、易操作维护、自校准能力强的智能自动监测系统。根据执法

监测需求,国内企业还需在现有技术基础上进一步加强技术创新,研制具备噪声源识别功能的全自动噪声监测设备<sup>[25]</sup>。

为深入贯彻落实《噪声法》,按照《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》,2023年1月3日,生态环境部等16个部门和单位联合印发《“十四五”噪声污染防治行动计划》(环大气〔2023〕1号)(简称《行动计划》),这是继“大气十条”“水十条”“土十条”等之后加快解决噪声污染问题的具体行动,也被称为“声十条”。《行动计划》基于《噪声法》有关噪声监测的新要求,结合工作基础,进一步明确了“十四五”期间的工作。一是推动功能区声环境质量自动监测,按照统一组织、分步实施的原则,2023—2024年完成自动监测系统建设及联网,2025年1月1日起全面实现功能区声环境质量自动监测。二是落实各类噪声源监测。噪声重点排污单位、噪声敏感建筑物集中区域施工作业的建设单位依法依规开展自动监测,城市轨道交通运营单位和铁路运输企业依法依规开展噪声监测,并要求到2025年底,年旅客吞吐量500万人次以上机场基本具备民用航空器噪声实时监测能力。三是完善监测标准,强化科技支撑。制定工业噪声、建筑施工噪声自动监测以及机场周围区域飞机噪声监测规范,开展噪声与振动污染防治和监测科学研究。四是开展城市噪声地图应用试点,建立试点城市噪声实时监测网络,鼓励有条件的城市依托噪声地图、噪声溯源等信息化手段,加强噪声污染防治精准化管控。《行动计划》将声环境功能区夜间达标率达到85%作为主要目标之一<sup>[26]</sup>。《“十四五”生态环境监测规划》(环监测〔2021〕117号)要求健全声环境监测,包括提高噪声监测仪器性能质量要求,严格监测过程质控,提高监测结果准确性。《成渝地区双城经济圈生态环境保护规划》(环综合〔2022〕12号)要求在居民噪声投诉热点地区,加密建设一批噪声监测点位并纳入自动监测网络。

为贯彻落实《噪声法》《行动计划》,生态环境部印发《关于加强噪声监测工作的意见》(环办监测〔2023〕2号),进一步细化了噪声监测体系,强化监测能力建设,在开展常规声环境质量和噪声源监测

的同时,加强对噪声投诉较多的敏感区域的监测,用自动化、信息化手段提升噪声监测能力。同时,要求生态环境部组织做好噪声测量仪器检定装置生态环境部门最高计量标准的运行维护。生态环境部发布《环境监管重点单位名录管理办法》(部令 第27号),将噪声污染问题突出、群众反映强烈的工业企业纳入环境监管重点单位。生态环境部修订完善了《环境影响评价导则 声环境》(HJ 2.4—2021)等系列标准,发布了《排污许可证申请与核发技术规范 工业噪声》(HJ 1301—2023)和《关于开展工业噪声排污许可管理工作的通知》(环办环评〔2023〕14号),以及在分行业的排污单位自行监测技术指南中分别提出了噪声监测方面的要求。2022年,中国金属学会组织制定《钢铁行业噪声自动监测技术规范》团体标准,规定了钢铁行业噪声自动监测系统、点位布设、数据处理与评价、质量保证和质量控制等技术要求<sup>[27]</sup>。总站组织制定《功能区声环境质量自动监测能力建设技术要求(试行)》(总站物字〔2023〕13号)和《国家功能区声环境质量监测站(点)设置、调整和备案程序(试行)》《功能区声环境质量自动监测系统运行维护和质量控制技术文件》以及数据审核等系列技术文件。

### 3 中国噪声自动监测的成效及不足

#### 3.1 建立了现代化噪声监测制度

中国噪声监测包括声环境监测和噪声源监测2大类。声环境监测是宏观层面的,主要目的是反映城市噪声总体水平和长期变化规律及趋势,比较不同城市间的声环境质量状况,为地方政府制定声环境质量改善规划提供参考。噪声源监测是微观层面的,主要目的是了解不同噪声源排放特征和影响范围,为排放单位制定噪声污染防治方案提供依据<sup>[23]</sup>。在多年的努力下,中国已构建噪声监测制度现代化顶层设计,形成手工监测与自动监测结合、区域监测与精准监测结合、自行监测与执法监测结合的现代化噪声监测和评估体系,将成熟可行的技术方法凝练应用于法律和相关规定中。“政府主导、部门协同、企业履责、社会参与、公众监督”的噪声

“大监测”格局将更加成熟定型<sup>[1]</sup>。

生态环境部将会同有关部门统一规划国家声环境质量监测站(点)设置,各省级生态环境部门负责设置本行政区域声环境质量监测站(点)<sup>[28]</sup>。中国已建成覆盖全国95%以上的地级及以上城市及部分县级市的监测网络,共设有声环境质量监测点位约8万个,其中区域和道路交通声环境基本为手工监测,功能区声环境3618个点位中有308个自动监测点位,占总数的8.5%。2022年,全国城市功能区声环境质量昼间、夜间达标率分别为96.0%和86.6%,同比分别升高0.6和3.7个百分点,但4a类功能区(道路交通干线两侧区域)和1类功能区(居住文教区)夜间达标率持续偏低。从多年统计数据看,功能区声环境质量总体向好,区域和道路交通声环境质量总体稳定,但局部噪声投诉举报持续居高<sup>[23]</sup>。在噪声源监测方面,按照相关部门的要求,各地设置了一定数量噪声监测点位。2022年,全国地级及以上城市在约4.1万个施工工地安装了自动监测设备(扬尘噪声在线监测设备),在城市轨道交通沿线设置了1300余个噪声监测点位,有力支撑了建筑施工、城市轨道交通等噪声源监管;在公共场所共设置了880余套噪声自动监测设备和噪声显示屏<sup>[23]</sup>。

### 3.2 构建了噪声自动监测技术体系

中国的噪声自动监测技术经历了采用便携式声级计测量的初始阶段,安装少量固定式噪声自动监测站点的发展阶段,以及正在经历的全面构建噪声自动监测网络的扩展和提升阶段,在监测技术方法方面攻克了一系列技术难点。

在声环境质量监测方面,对开展自动监测后点位优化、监测时间有效性、气象因素影响、数据分析评价等新问题开展研究,提出监测指标或解决方案,制定了功能区和道路交通声环境自动监测方法。对投诉较高的建筑施工、机场及工业企业等噪声源,解决了自动监测时背景噪声扣除及排放达标快速判定等技术难点,研究建立了机场噪声的短期和长期监测方法,以及建筑施工、工业企业噪声自动监测方法。基于生态环境系统监测需求,通过对国内外设备调研比选,提出噪声自动监测系统技术

要求,指导噪声自动监测产品设计和设备选型。从而构建了一套覆盖质量监测、源监测、设备要求的较为完整、科学系统的噪声自动监测技术体系,有力推动了中国声环境自动监测从无到有,再到全面建设的跨越发展,为形成世界上规模最大的噪声自动监测网络,并业务化运行奠定基础。

基于现代感知技术和大数据技术,可实现“点面融合、固灵结合、应联尽联、上下协同、信息共享”<sup>[1]</sup>。声环境质量和噪声源监测可以将固定站、移动站和灵活站等相结合,其中灵活站包括走航、无人机和手机移动端等多种方式,也可以将标准站、子站和微传感器等相结合。同时,按照“建成一个、联网一个、应联尽联”的原则,完成已建成的声环境质量和噪声源监测站点与总站联网<sup>[1]</sup>。探索引入机动点位与随机加密的监测方式,遏制“选择性治理”“躲避式排放”等行为。鼓励支持地方生态环境部门充分利用各类声环境质量和噪声源排放监测数据,应用空间信息化技术,绘制并发布城市噪声地图,加强对城市不同时段、不同区域噪声污染特征和变化规律分析,有效支撑对噪声污染的分时段、分区域精准化管控,更好满足人民群众对噪声污染的知情权和监督权,共同营造和谐安宁的居住环境。

天津市、湖北省、陕西省等地开发建设了声环境监测数据综合管理平台,充分运用第5代移动通信技术(5G)、物联网、地理信息系统(geographical information system, GIS)、主动标识解析、大数据等技术,实现噪声自动监测数据的实时监控、超标报警、数据审核、数据分析,并融合噪声手工监测数据。噪声自动监测系统还应用于杭州第19届亚运会和第4届亚残运会等重大活动保障。

### 3.3 中国噪声自动监测的不足

城市内噪声时空分布波动较大,开展噪声自动监测首先涉及测点布设和点位优化问题。这是长期以来一直希望解决,但一直未能切实解决好的问题。国内外许多学者多年来做了大量的研究和试验,提出许多优化理论、优化算法和方案,如抽样和灰色理论关联度分析、动态和整数规划、启发式算法以及遗传算法等<sup>[29]</sup>。传统点位优化方法大多基于数理统计模型,但噪声是动态变化的,因此,现有

点位优化方法存在较大的局限性,缺少对噪声源和噪声传播规律的研究应用,难以同时具备较好的时间代表性和空间代表性。

从总体上看,目前中国噪声监测自动化进程与大气、水质监测自动化程度相比都还有很大的差距。部分省市噪声自动监测数据虽然已实现联网,但仍处于数据自动采集的初级监测状态,设备厂商或运维商提供的平台功能单一,且局限性较大,数据未得到较好的应用<sup>[22]</sup>。如何充分利用噪声自动监测数据,精准识别重点污染区域和污染类别,科学准确监测和评估城市大区域范围声环境质量,指导城市声环境质量改善,其技术路径还需要进一步研究。

## 4 噪声自动监测的新形势、新要求

工业和信息化部、科学技术部、生态环境部联合印发的《环保装备制造业高质量发展行动计划(2022—2025年)》(工信部联节[2021]237号)要求加快噪声声纹识别分析仪等环境监测专用仪器仪表的自主研发,推动噪声与振动远程在线监控系统应用。2025年1月1日起,设区的市级以上城市全面实现功能区声环境质量自动监测,统一采用自动监测数据评价<sup>[26]</sup>。在此基础上,进一步完善监测技术体系,推进新技术融合应用能力,促进智慧监测发展。要做好对噪声监测新技术、新设备、新方法的研究,推进噪声溯源与特征识别、人工智能深度学习等先进技术手段的应用,提高噪声监测智能化水平,强化产学研用协同创新,加大监测技术装备研发和应用力度,推动监测装备精准、快速、便携化发展<sup>[1,26]</sup>。噪声监测服务市场的快速发展也将支撑噪声监测方式方法更上新台阶。

从国内外环境监测技术与设备发展状况看,发展趋势从以人工采样、分析为主,向高质量、多功能、集成化、自动化、智能化和网络化为主的监测方向发展,向综合应用高技术领域发展;由劳动密集型向技术密集型监测方向发展;由较窄领域向全方位领域监测方向发展<sup>[30]</sup>。噪声监测装备技术与声学评价关键技术如下。

1) 声质量评价。以主观烦恼度等噪声的生理和心理效应为重点,研究城市声环境质量评价与预测方法、机电产品的声品质评价与预测方法、生态系统噪声污染监测及评价体系等。

2) 噪声监测技术。复杂环境噪声源定位识别技术、多源噪声分离评估技术、声源特性及声传播建模技术、噪声自动监测系统在线计量及标准器、噪声自动监测运维标准体系规划与三维动态噪声地图建模技术建设等<sup>[19]</sup>。

这些噪声监测装备技术与声学评价关键技术应分门别类,尽快开展应用研发,加强技术转移与成果转化应用,形成一系列具有自主知识产权支撑的行业与产品噪声标准。

## 5 建议

可以预见,未来3~5年是噪声监测工作开新局、谋新篇,大有作为的新阶段,要在党的二十大精神和全国生态环境保护大会精神引领下,主动围绕中心、服务大局,努力推动《噪声法》《行动计划》等法规制度文件的落实,不断深化噪声监测工作,大力发挥“耳目”“哨兵”作用,助力解决人民群众身边的突出噪声问题,开创噪声监测事业发展新局面。

1) 进一步优化声环境质量自动监测网络,健全监测数据质量管理体系,确保数据“真准全快新”。噪声监测领域广泛、方式多样、任务繁密。噪声监测工作要紧扣“精准治污、科学治污、依法治污”,建立完善的声环境质量和噪声源监测站点台账,进一步推进噪声监测标准化、信息化、协同化,建立健全科学、独立、权威、高效的噪声监测体系。

2) 发挥技术引领作用,加速噪声监测数智化转型。生态环境部计划通过“夯实工作基础—科学精准治污—显著改善声环境状况”3个阶段,整体提升噪声污染治理能力,全面完善相应的管理体系。继续做好对噪声监测新技术、新设备、新方法的研究,推进噪声声纹识别、噪声地图等先进技术手段应用,大幅提高对噪声污染类型和时空分布的识别精准度,建立更科学、准确的声环境质量自动监测评价方法,为美丽中国建设作出更大的贡献。

## 参考文献(References)

- [1] 毛玉如, 汪贇, 李宪同, 等. 贯彻落实《噪声法》构建现代化噪声监测体系[J]. 环境影响评价, 2023, 45(4): 5-8.
- [2] 中国环境监测总站. 中国环境监测技术路线研究[M]. 长沙: 湖北科学技术出版社, 2003: 121-122.
- [3] 孟苏北. 环境噪声自动连续监测系统在噪声监测中的作用[J]. 现代仪器, 2006(5): 38-41.
- [4] 汪贇, 魏峻山, 李宪同, 等. 国内外环境噪声监测方法比较及启示[J]. 中国环境监测, 2018, 34(4): 150-154.
- [5] Boeing airport operations engineering[EB/OL]. (2023-10-20) [2023-10-20]. <https://www.boeing.com/commercial/noise/list.page>.
- [6] 赵悦. 浅谈国内外机场航空噪声监控系统的应用[J]. 交通节能与环保, 2022, 18(3): 57-60.
- [7] 宣晓梅, 辜小安, 伍向阳, 等. 德国铁路噪声实时监测系统研究现状[J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32(5): 6-8, 47.
- [8] 田静, 蒋伟康, 邵斌, 等. “宁静中国”与噪声治理关键技术的若干重大问题[J]. 科学通报, 2023, 68(20): 2589-2593.
- [9] Fallah-Shorshani M, Minet L, Liu R, et al. Capturing the spatial variability of noise levels based on a short-term monitoring campaign and comparing noise surfaces against personal exposures collected through a panel study [J]. Environmental Research, 2018, 167: 662-672.
- [10] Alashaikh A S, Alhazemi F M. Efficient mobile crowdsourcing for environmental noise monitoring[J]. IEEE Access, 2022, 10: 77251-77262.
- [11] Segura G J, Pérez S J, Cobos S M, et al. Spatial statistical analysis of urban noise data from a WASN gathered by an IoT system: Application to a small city[J]. Applied Sciences, 2016, 6(12): 380.
- [12] Couvreur C, Bresler Y. A statistical pattern recognition framework for noise recognition in an intelligent noise monitoring system[C]//Urbana-Champaign: Proc. EURO-NOISE. 1995, 95: 1007-1012.
- [13] Carrasco V, Arenas J P, Huijse P, et al. Application of deep learning to enforce environmental noise regulation in an urban setting[J]. Sustainability, 2023, 15(4): 3528.
- [14] Alsina-Pagès R M, Garcia A R, Vilella M, et al. Noise events monitoring for urban and mobility planning in Andorra la Vella and escaldes-engordany[J]. Environments, 2019, 6(2): 24.
- [15] Murphy E, King E A. Environmental noise and health [M]//Environmental Noise Pollution. Amsterdam: Elsevier, 2022: 53-84.
- [16] Zhang Y Y, Zhao H M, Li Y, et al. Predicting highly dynamic traffic noise using rotating mobile monitoring and machine learning method[J]. Environmental Research, 2023, 229: 115896.
- [17] Benocci R, Roman H E, Zambon G. Optimized sensors network and dynamical maps for monitoring traffic noise in a large urban zone[J]. Applied Sciences, 2021, 11(18): 8363.
- [18] Berglund B, Lindvall T, Schwela D H. New who guidelines for community noise[J]. Noise & Vibration Worldwide, 2000, 31(4): 24-29.
- [19] Commission of the European Communities. Commission of the European Communities[R]. Etterbeek: European Commission, 1996.
- [20] 郭秀兰. 环境噪声治理纵横谈[J]. 噪声与振动控制, 1991, 11(5): 17-18.
- [21] 郭秀兰, 王昌井. “七五”期我国环境噪声污染防治的展望[J]. 噪声与振动控制, 1987(4): 3-5.
- [22] 董圆媛, 王亚林, 钱建平. 江苏省噪声自动监测现状调查[J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32(6): 5-7.
- [23] 生态环境部. 2023年中国噪声污染防治报告[R]. 北京: 生态环境部, 2023.
- [24] 中华人民共和国生态环境部. 中华人民共和国噪声污染防治法[EB/OL]. (2023-10-20)[2023-10-20]. [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202112/t20211225\\_965275.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202112/t20211225_965275.shtml)
- [25] 雷英杰. 噪声与振动污染防治行业将迎利好[J]. 环境经济, 2022(8): 20-22.
- [26] 刘炳江. 实施噪声污染防治行动 协力守护和谐安宁家园: 《“十四五”噪声污染防治行动计划》解读[J]. 环境保护, 2023, 51(5): 8-11.
- [27] 陈曦. 《噪声法》实施一年来, 城市钢厂环境保护距离和钢铁行业噪声防治工作进展如何? [N]. 中国冶金报, 2023-08-22(002).
- [28] 黄润秋. 深入贯彻实施噪声污染防治法, 用法治方式法律武器守护和谐安宁家园[N]. 中国环境报, 2022-06-02(001).
- [29] 杨光. 功能区环境噪声自动监测探讨[J]. 环境监控与预警, 2009, 1(1): 29-30.
- [30] Mohamed A M O, Paleologos E K, Howari F M. Noise pollution and its impact on human health and the environment[M]//Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering. Amsterdam: Elsevier, 2021: 975-1026.

## The current situation and development of noise automatic monitoring in China

MAO Yuru<sup>1</sup>, WANG Yun<sup>1</sup>, ZHANG Jianxun<sup>2</sup>

1. State Environmental Protection Key Laboratory of Quality Control in Environmental Monitoring, China National Environmental Monitoring Centre, Beijing 100012, China
2. Henan Noise Control Technology Engineering Research Center, Puyang Lüyu New Material Technology Corporation, Puyang 457004, China

**Abstract** Noise monitoring is an important foundation for quality evaluation of acoustic environment, prevention and control of noise pollution, and decision making about noise management. With an introduction to the development trend of noise automatic monitoring in the world and systematic review of the development process of noise automatic monitoring in China which has been divided into development stages, the effectiveness and shortcomings of noise automatic monitoring in China are evaluated in this paper. The next three to five years will witness a big leap in noise monitoring work. First, the automatic monitoring network of acoustic environment quality, the quality management system of monitoring data, and the standardization and informatization of noise monitoring should be optimized further; second, the digital intelligence transformation of noise monitoring should be accelerated by promoting the application of advanced technical technologies such as sound pattern recognition and noise map which will significantly improve the identification accuracy of noise pollution types and spatial and temporal distribution so as to solve the prominent noise problems around the people and make greater contributions to the construction of beautiful China.

**Keywords** noise automatic monitoring; Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control of Noise Pollution; digital intelligent monitoring ●



(责任编辑 王微)