

“互联网+”时代的环境风险评估探讨

王红梅¹, 郑丙辉^{1*}, 席春青², 张晗¹, 周洲¹

(1. 环境污染与健康研究室/环境基准与风险评估重点实验室, 中国环境科学研究院, 北京 100012;
2. 风帆股份有限公司, 保定 071000)

摘要 环境风险评估是环境管理的前提和依据。目前比较成熟的方法分为项目“事先”环评和健康“事后”风险评估。以上两种风险评估方法由于多种原因制约, 无法提供给环境管理部门实时在线的环境风险结果。实际上, 环境风险评估方法在不断完善中, 随着互联网、物联网、云计算、三网融合等IT与通信技术的迅猛发展, 环境保护领域也迎来了大数据时代, 风险评估也将逐渐步入“互联网+”时代。新型环境风险评估更具系统性, 将以数字化的形式体现环境(E)—污染物(M)—人为因素(H)的风险耦合度。虽然数字化环境风险评估在相关风险因子和风险评估方法上仍处于起步阶段, 但它是新形势下环境风险管理的一个全新方向, 其应用将对环境管理领域产生巨大影响。本文将分析传统环境风险评估与“互联网+”时代的环境风险评估差异, 探讨新型数字化环境风险评估需要的支撑硬件与平台, 并对数字化环境风险评估的发展趋势与挑战做出展望。

关键词 互联网+; 数字化环境风险评估; 环境大数据

中图分类号: X820.4

文章编号: 1674-6252(2016)04-0065-06

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2016.04.065

Probe on the Digital Environmental Risk Assessment in the “Internet Plus” Era

WANG Hongmei¹, ZHENG Binghui^{1*}, XI Chunqing², ZHANG Han¹, ZHOU Zhou¹

(1. Department of Environment and Health, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012;
2. Fengfan Stock Limited Company, Baoding 071000)

Abstract: Environmental risk assessment is the premise and basis for environmental management. The available methods can be classified into two types, which include project risk with afore-hand and health risk with postmortem. Due to many restrictions, both of them cannot provide the real-time online risk information to the management agency. Actually, the environmental risk assessment method is developing, with the rapid development of the Internet of Things, cloud computing, triple play, as well as other IT and communication technologies, environmental protection has met the big data era, and environmental risk assessment will step into “Internet Plus” period. The new environmental assessment risk has more systematic, it will present the risk coupling degrees of environment (E)-pollutants (M)-human (H) in digital forms. Though it is the primary stage in describing risk of relating risk factors and risk evaluation methods, it is the brand new trend of environmental management in the new situation. The application of “Internet Plus” will brings a great impact on the environmental management. This paper analyzed the difference between the traditional risk assessment and the digital environmental risk assessment, as well as probed the hardware and platform support for the digital environmental risk assessment, and then presented the prospect of its development trends and challenges in the digital.

Keywords: Internet Plus; digital environmental risk assessment; environmental big data

引言

我国政府十分重视信息化技术, 并明确将以物联网为核心的大数据作为战略性新兴产业的一项重要组成

内容。

国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》中明确提出: “加强物联网在污染源自动监控、环境质量实时监测、危险化学品运输等领域的研发应用, 推动信息

资助项目: 基于物联网技术构建铅酸电池物流作业管理物联网应用示范。

作者简介: 王红梅(1971—), 女, 博士, 中国环境科学研究院环境安全中心, 研究员, 从事环境风险评估与污染防治技

术研究, E-mail: wanghmxj@163.com。

* 责任作者: 郑丙辉(1963—), 男, 博士, 中国环境科学研究院, 研究员, 博导, 主要从事河流、湖泊水环境保护研究。

资源共享。”国家发展和改革委员会《关于2014年国民经济和社会发展规划草案的报告》中明确指出“互联网+”代表一种新的经济形态，要求充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用，将互联网创新成果深度融入经济社会各领域之中，提升实体经济的创新力和生产力，形成广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。环境保护部于2015年7月3日在京开展了“大气、水、土壤污染防治和环境执法工作创新”大讨论，陈吉宁部长强调，要以全局的视野、创新的思路、又严又实的态度推动环境保护工作再上新台阶，切实改善环境质量。我国近年来进入环境污染事故高发期，污染防治形势异常严峻。环境风险评估是环境管理的基础。如何利用信息化技术建立“互联网+”的新型环境风险评估与管理体系是一个全新的领域。传统环境风险评估方法在实践中具有一定的积极效果，但其最大的弊端是环境管理部门获得的信息不及时，环境执法较为滞后，无法有效实施风险预防。近年来，随着互联网、物联网、云计算、三网融合等IT与通信技术的迅猛发展，环境科技支撑领域的各种软、硬件技术深度融合，环境保护领域也迎来了大数据（big data）时代。“互联网+”在环境科技、环境管理等领域的应用将逐步扩大，不断催生创新思维和创新方法，对环境风险管理领域产生巨大的影响。它将促进环境科研思维与管理方式的巨大变革，转变政府管理理念，推动政府决策、执行、监督，引导环境保护步入一个新时代。

本文将分析传统环境风险评估与“互联网+”模式的环境风险评估差异，探讨数字化环境风险评估所需要的支撑软、硬件平台，并对数字化环境风险评估的发展趋势与挑战提出展望。

1 风险评估发展历程

传统的环境风险评估兴起于20世纪70年代的发达国家，而美国在此领域的研究尤为突出^[1]。风险评估经历了不同阶段^[2]，应用较广的是生态环境与健康影响评价、项目环评和规划环评等。

健康风险大多针对单一污染物进行评价，其起步较早，20世纪60年代毒理学家就陆续开发出一些定量方法对低浓度暴露下的健康风险进行评价^[3]。发展至20世纪七八十年代，风险评估方法日渐成熟，评估体系也基本形成，具有里程碑意义的文件是1983年美国国家科学院出版的《联邦政府的风险评价：管理程序》，其中提出风险评价四步法，即危害鉴别、剂量-效应关系评价、暴露评价和风险表征^[4]，成为环境风险评价的指导性文件，目前已被荷兰、法国、日本、中国等国家和国际组织所采用。美国EPA根据红皮书制定并颁布了一系列健康风险评价技术性文件、准则和指南，包括1986年发布的《致癌风险评价指南》、《致畸风险评价指南》、《化学混合物的健康风险评价指南》、《发育毒物的健康风

险评价指南》、《暴露风险评价指南》和《超级基金场地健康评价手册》等。

我国政府十分注重健康风险评估技术的发展，陆续启动了一些相关的科技支撑项目。2007年，科技部将环境污染的健康风险评估技术研究列入“十一五”科技支撑计划重点项目，同年11月卫生部等18个部委联合发布《国家环境与健康行动计划（2007—2015年）》，明确将“开展环境污染健康危害评价技术研究”作为其中的行动策略之一。环保部在开展环境污染的健康损害调查方法与技术规范中提出区域环境污染健康风险评估研究的“六步走”：区域环境污染源调查、环境特征污染物识别、特征污染因子危害鉴定、剂量-反应评估以及区域多暴露途径等，环保部的区域环境调查方法核心理念是在美国单一污染物健康风险评估基础上提出的。由于区域污染物的复杂性，基于面源污染研究人体健康效应仍具有很大争议，从科学研究的角度出发，如何排除其他来自于家族遗传、个人生活习惯（如吸烟、饮食、饮酒等）产生的效应的干扰去推断出污染物的剂量-反应关系缺乏相应的毒理学实验验证。虽然我国学者在暴露评价方法上进行了一系列的详尽研究，但从方法层面上如何应用于环境管理尚待进一步完善。

20世纪90年代以后，生态风险评价方法及技术不断发展。美国EPA在1992年生态风险评价框架的基础上，正式出台了《生态风险评价指南》。由于世界各地生态群落差异性较大，其复杂性使大多数生态风险评价研究仍停留在理论框架的探讨阶段，现仅有少数生态风险评价研究案例应用，主要集中于对生态环境污染物浓度测定或简单的风险指数计算，生态风险评价方法仍在不断完善中^[4,5]。现有的健康风险评价和生态风险评价均是在“污染事件发生后”所做的评估，对识别污染事件风险分级指导干预措施具有重要意义，但二者均在环境风险防范上较为薄弱。

项目环境影响评价具有法律效力，是我国环境保护制度的核心制度之一。环境管理部门通过对可能影响环境的工程建设和开发活动预先进行调查、预测和评价，决定项目是否可以实施。项目环评属于典型的“事先”风险评估与控制，它与健康风险评价在评价方法上有较大的差异。项目环评评价方法倾向于系统性分析，评估步骤包含五个内容：①风险识别，即确定风险的类型、敏感点分布、生产设施、物质风险识别。②源项分析，即确定最大可信事故发生概率，估算危险化学品泄漏量。③风险后果计算，即对事故进行预测，确定影响的范围和程度。④风险计算和评价，即用最大可信事故风险值 R_{max} 与行业可接受风险值 R_L 相比较，当 $R_{max} \leq R_L$ 时，项目的风险可接受；当 $R_{max} > R_L$ 时，项目的风险不可接受。⑤风险管理，即采取降低环境风险的措施和应急减缓措施及其有效性分析。可见，项目环评更多地体现综合风险概率及风险后果控制，它与健康风险评估的方

法上大相径庭。在风险识别的基础上, 单个的项目环评只着眼于项目自身对环境的影响, 可能每个项目对环境的影响都是达标的, 但放大到一定区域的环境中, 多个项目环境风险叠加和累积将会突破环境容量, 从而影响整体环境质量。因此, 针对区域规划实施产生的环境影响评估(规划环评)逐渐发展起来。规划环境影响评价指对规划实施后可能造成的生态环境影响进行分析、预测和评价, 提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施^[6], 填补了项目环评无法解决的区域性、整体性风险评估的难题。规划环评的理论仍在不断发展中, 目前面临的问题是许多规划在实际发展过程中发生了变化, 一些地方工业园区的企业发展中受行业激烈竞争的影响, 在发展过程中不能完全按规划开展生产活动, 使得原先的规划环评变数很大。规划环评虽然体现了源头风险评估与控制, 但无法给环境管理部门提供实际运营中的环境风险评估数据。

与交通运输部门的危险品风险评估与控制相比, 环保领域的项目环评与规划环评对过程风险评估与控制技术研发相当薄弱, 而健康风险评价的应用又比较具有局限性, 不能反映潜在风险。危险化学品管理过程中的系统性风险评估理论对构建数字化风险评估具有重要指导作用, 其核心构成由风险概率和风险后果组成^[7]。早在 20 世纪 70 年代, Ang 等学者开发了风险量化框架, 他们将运输风险划分为三个部分: 运输事故率; 受灾人口数量, 财产损失及对环境的影响; 危险源评价分级, 确定事故后果^[8]。起初事故树分析法被应用于估算各种尚未发生的事故概率较为普遍, 20 世纪 80 年代后期开始研发多种风险因子数据库, 将不同运输条件和气候道路条件下的事故率和伤亡数作为风险发生概率的修正因子, 以此来校正不同风险度量模型^[9, 10], 并据此制定针对危险品管理的一系列措施。随后风险因子数据库不断被丰富, 生态环境和人体健康的影响作为事件发生后果被引入, 为制定危险品运输泄漏事故应对措施提供了参考依据^[11]。危化品交通运输过程中的风险评估包含了对人 (Human) —物 (Material) —环境 (Environment) 的系统性风险评价, 把风险评价与实际地理信息系统结合起来可以更为清晰地获得区域环境风险状况, 可以科学性指导制定危险品运输过程的应急措施, 如人口疏散、风险减缓等, 使得风险管理变为可视化^[12]。如果综合考虑污染物在环境中的迁移、转化, 以及周边地理条件、气象参数等因素, 还可预测有害气体泄漏扩散分布范围及影响后果^[13]。在考虑环境风险的同时, 结合最小费用最大物流的概念, 可建立最优运输路线的算法模型^[14, 15], 这样就使风险管理与现实经济利益兼顾。随着危险品运输风险评估方法的不断完善, 到 20 世纪 90 年代以后, 评估方法更为精细化, 对事件后果的评价指标中引用了可能暴露的人数、期望损失等度量危险、个人风险和社会风险模型^[16], 这些 H-M-E 系统性风险概

率与风险后果的建立方法对环保数字化风险评估提供了重要借鉴。

风险评估方法仍在不断发展中, 总体来看, 其发展趋势在风险因子识别上由单一污染因子向系统性风险因子转变, 影响程度上由局部影响向区域性环境风险评估转变, 风险发生后果上也倾向于将生态环境与人体健康影响、经济损失影响等综合考虑。风险评估趋势决定了环保“大数据”的发展将成为主流, 因为只有建立在建立多个风险因子数据库的基础上, 才可能系统地估算整体风险评估结果, 评估结果才更具科学意义。

2 数字化风险评估实现的工作流程

数字化风险评估是智慧环保的一项重要内容。它通过采集运营过程(生产、仓储和车载)的多个风险因子以及环境相关数据, 对整个生产过程进行仿真、评估和优化。它是数字环保概念的延伸和拓展, 它是借助物联网技术, 把传感器和分析设备嵌入到各种环境监控对象中, 通过大数据和云计算将环保物联网整合起来, 同时将风险评估理论与这些大数据进行融合, 可以实现环境与生产系统的整合, 以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的智慧。

智慧环保的总体架构包括基础层(数据采集层、分类层)、连接层(传输层、风险数据库构建与运算层、平台层)和应用层。

基础层由数据采集层和分类层构成。数据采集与一般环保物联网技术不同, 所采集的数据具有系统性。该数据采集层包含对 H-M-E 不同类型的数据采集。H 可对操作人员或周边敏感人群进行采集; M 可利用任何可以随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程对污染源排放量、排放物质化学、物理和生物毒性分类进行采集; E 是对环境地理坐标、环境质量、敏感生态物种等环境因素的实时在线采集, 这些数据采集后一方面可用于构建风险数据库, 另一方面可用于不同部门及时查看原始数据。实时变化的环境监测数据由在线仪器监测来获得, 如排气口对大气颗粒物的实时在线监测, 水排放口对 COD、pH 值等的在线监测数据; 另一部分由推测获得, 如根据工艺及排放量推断污染物排放比例; 还有一部分数据属于日常录入, 如周边居民区情况、气象、环境敏感因子等。

数据分类层由基础层采集的数据用途进行不同的分类, 一部分用于构建风险发生的概率数据库, 另一部分用于构建风险发生的后果数据库, 对每个采集来的数值进行赋值。究竟取何值在实际研究中需要根据同行业事故发生概率进行调研来确定。

连接层由传输层、风险数据库构建与运算层、平台层组成。传输层是利用环保专网、运营商网络, 结合 4G 等技术, 将采集点的信息与不同部门进行交互和共享, 实现“全面的互联互通”。风险数据库构建与运算层是对

不同分类数据进行属性赋值。对于风险发生概率数据库的基础数据,综合运用层次分析法、权重分析法和风险矩阵法等技术筛选出风险大的因子,研发不同风险因子耦合时的风险度。对于风险后果的数据库确定不同后果引起的健康及生态损失计算法、影响区域环境范围、区域环境敏感性等。平台层是以云计算、虚拟化和高性能计算等技术手段,整合和分析海量的跨地域、跨行业的环境信息,实现海量存储、实时处理、深度挖掘和模型分析,实现“更深入的智能化”。

应用层是利用云服务模式,建立面向对象的业务应用系统和信息服务门户,为环境质量、污染防治、生态保护等业务提供“智慧的决策”。应用层提供实时在线环境风险评估的功能,同时将水质、空气、噪声、固体废物和烟气等综合环境风险提供出来。管理业务部分则根据环境风险评估结果,发布风险预警信息、制定应急指挥方案,并开展污染源责任追溯,实行社会环保信息公开等活动。

数字化风险评估的整体方案架构如图1所示。

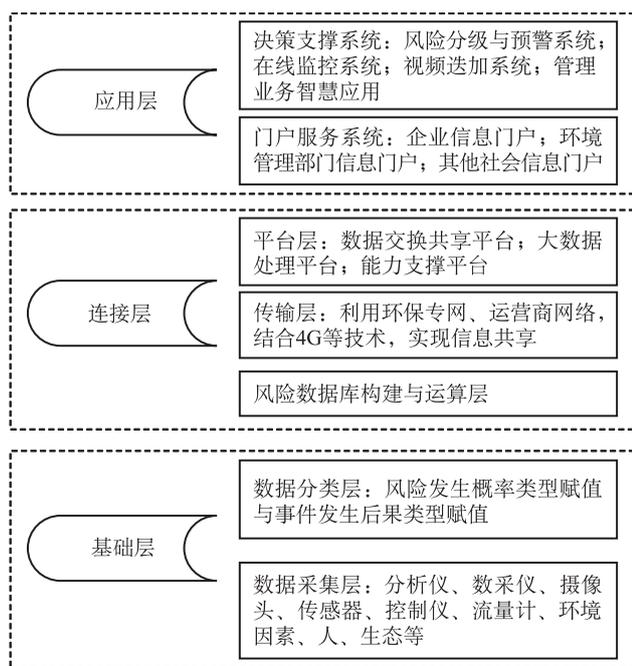


图1 数字化风险评估的整体方案架构

在新的评估体系中,通过对不同类型的数据进行赋值,最终可归纳出两个主要的数据库:一是风险发生概率数据库;二是风险产生后果数据库,在线风险值由以上两个库的运算获得。由于在这两个库中,最重要的实时排放物质数量及毒性在变化,因此所获得的实时在线风险值也将产生变化。

数字化风险评估的优点不仅能够获得点源污染的实时在线风险值,还可以根据不同区域多个点源污染的实时风险值进行风险迭加去估算区域整体风险,“互联网+”的环境风险评估具有自身无法比拟的优势。这种风险评

估方法弥补了规划环评的不足。

3 数字化风险评估与传统风险评估的差异分析

传统的环境风险评价,无论项目环评,还是规划环评,均不具备为环保监管部门提供实时在线风险识别的能力,也无法依据历史风险数据进行风险趋势分析与管理,数字化风险评估与传统风险评估在数据源与评估方法上差异较大,归纳如下。

3.1 数据源的差别

数字化风险评估数据源的内涵及获取方法将更为科学与丰富,远远超过现有的风险评估方法。

(1) 污染物排放监测指标可以通过物联网技术实现。“物联网技术”的核心和基础仍然是“互联网技术”,是在互联网技术基础上延伸和扩展的一种网络技术,其用户端延伸和扩展到了任何物品和物品之间,进行信息交换和通信。因此,环保物联网技术通过射频识别(RFID)、红外感应器、在线监测、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,将任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、追踪、监控和管理。环保物联网技术的应用,可以将环境污染物的排放通过监测、感应等设备连接并进行数据传输,汇总至云端进行累积,形成多部门共享的大数据,数据量具有海量特征。此外,考虑到一些在线监测仪器无法实现对多个指标进行精确化监测,污染物排放量可以通过不同行业生产工艺的能源消耗或物料消耗来估算。

(2) 数据源十分丰富,更具系统性与科学性。风险评估时包含了多个数字化环境因素。污染物排放区域环境敏感性、污染场地暴露人群空间距离均可以数字化。此外,与排放相关的一些因素也可以数字化,如环保设备排放指标、生产管理、人员培训等。通过累积排放与空间因素之间的关联,这些关键数据的形成过程可以通过与GPS结合,对污染源排放点进行实时快速统计,对研究区域性环境质量变化趋势提供最为真实可靠的统计、分析与决策功能。

(3) 相比传统的风险评估来说,数据源更具科学性。以大气颗粒物的健康效应影响研究为例子。传统的健康风险评估方法是进行大量人群调研,研究其室内外暴露时间、污染物暴露量,估算不同类型人群的累积暴露量。这种方式耗时、耗力、耗财,而且难以说清楚究竟污染物暴露对人体健康影响有多大,被调研人群自己也难以说清楚究竟自己多少时间在室外、多少时间在室内,最终所推算出的不同暴露情景吸入(接触)的污染物具有很大的不确定性。而大数据时代,这种传统的研究模式是如何被改变的呢?笔者认为可以通过智能手环,其中具有不同颗粒物实时在线监测设备与数据传输功能,随机配给代表不同类型暴露的人群,每隔一定时间记录他们的暴露浓度,并进行定位等,将这些数据实

时传入云端平台,从而累积形成大数据。通过这种大数据分析可更为清晰地获得其累计暴露量。与此同时,智能手环可以和其他智能医疗检测设备数据连接,可随时获得最精确的暴露信息和健康信息。这种大数据为研究社会不同类型人群的活动信息提供了更为精确的结果。可见,大数据时代的一个特点是数据具有时间连续的累积性,据此预测的风险趋势相比时间断面的研究更为科学。

3.2 评估方法学的调整和改进

项目环评和规划环评均属于“事前”评估,无法建立运行中的风险指标体系。而健康风险评估属于典型的“事后”评估,对那些已排放进入环境的污染物对人体健康产生的影响具有一定意义,但无法体现风险预防的管理理念。通常污染事件发生后再去花很大精力调研污染物究竟是以何途径暴露于人体,判断风险究竟有多大,对环保管理者而言很难依据不良健康效应去追溯责任主体。而数字化风险评估恰恰弥补了传统风险评估的不足,它体现的是运行中的风险评估。因此,它与传统的项目环评、健康风险评估与规划环评等差异较大。

数字化风险评估的两个核心要素是风险发生概率数据库及风险产生后果数据库,其评估方法更具系统性。

$$\text{事件风险} = \alpha_{\text{(事故数/单位时间)}} \times \beta_{\text{(后果/每次事故)}} \quad (1)$$

其中, α 和 β 表示不同种类污染概率及其产生的危害程度的系数。

前已叙述,风险发生概率数据库与风险后果数据库的构成丰富。针对不同类型事件的风险研究方法依赖于事件发生的场景,如对危险化学品,对其堆放及仓储过程的风险评估方法存在很大不同。堆放过程主要考虑 H 的因素,即主要操作人员的安全培训、操作能力等; M 因素主要考虑物品的物理、化学属性、生物学毒性、温度敏感性和光敏感性等; E 的因素主要考虑存储的地面防渗、防火、防雷击设施,储存容器性质等。而在运输过程中, E 因素还要考虑道路安全性和日常事故率, M 因素则额外要考虑运输车的装载容器, H 因素要考虑驾驶员的熟练程度等。不同场景的风险发生概率数据库及不同场景的风险危害程度均有差异。

以本课题正在开展的一个典型的民用品铅酸电池全生命周期环境监管为例,该技术是通过给每一个铅酸蓄电池一个二维码身份,在其废弃时通过回收网点数据上传追踪铅酸电池社会流向,进行实时环境风险评估。该研究最大的意义是试图突破环境管理部门对废弃民用品的现有监管模式。铅酸电池的管理涉及工业企业管理与民用管理,在废弃物管理中非常具有特色,最明显的特征是从“生产→民众家庭→回收网点→再生企业”。如何监管散落于社会民众的潜在危险品,对环保部门来说,一直是个难以解决的问题。虽然我国政府对此类具有潜在环境风险的产品实行生产者责任延伸制,但现有回收

极其混乱,基本上是利益驱动的回收模式。政府试点一些龙头企业应用物联网技术对每块电池进行二维码身份标识(其中标明含铅量、含酸量等主要成分),将流向不同区域的废电池信息与回收点信息实时采集并传输其数据,通过 RFID、GPS 等技术的综合应用,逐渐形成废电池实时在线流向追踪的大数据,使环保部门可以及时地了解区域内民用铅的环境风险。

在铅酸电池数字化的风险评估中,主要以式(1)为风险评估核心。

大多数情况下, α 和 β 值相同,具体采取何种值需要进行实际案例调研来确定。基于此理念,课题构建了全生命周期的铅酸电池环境风险数据库,其中包含事件发生概率和事件产生的后果两个数据库。全生命周期过程事件发生的概率数据库由铅酸电池数量、状态、种类、采取的包装措施、人员管理素质等因素决定;事件发生的后果由污染造成的健康损害与其对应的处理方式、成本等因素决定,其中健康评估是通过设定的暴露方式与浓度场景获得。这种数字化风险评估数据来源是通过企业上报,形成环境风险数据库,构建风险矩阵等方法,及时地获得各个仓储点的信息。这种数字化风险评估更具精确性、可视化等特点,使管理部门对风险可以提前预防。

3.3 管理应用上的变化

虽然目前国内在这个领域尚处于起步阶段,但数字化风险评估的优势是传统风险评估无法比拟的,它将形成数字化的实时动态风险监测网络,通过云端实现各部门共享,提高各部门协同管理效率,具有快捷性、便利性等特点,是传统风险评估与管理无法实现的。由于此类风险评估含有人的因素与地理位置的因素,因此有利于事故发生的责任追溯和区域总体风险统计。

风险评估跨越了行政区域管理的制约,可以形成从中央、地方到企业的统一风险管理。随着大数据时代的来临及各种实时在线监测设备的发展应用,新型环境风险评估方法将逐渐取代传统风险评估技术,而且可以突破“项目风险评估”与“健康风险评估”之间的沟壑,建立新型区域规划与环境风险评估的方法体系,逐渐改变现有的思维模式,从而极大地提高环境管理效率。

4 数字化风险评估发展的趋势与挑战

预期未来“互联网+”的大数据在环境管理中将有极大的应用和发展,有利于促进环境监测、环境执法和信息公开等创新工作方式向智能化、精细化、网络化方向转变,对于提高环保部门工作效率,提升社会管理和公共服务水平,推动产业结构调整和发展方式转变具有重要意义。数字化风险评估系统需要软、硬件技术的结合。硬件上主要是数据的采集与传输系统,数据存储与交换平台;软件上主要是风险评估技术方法的研发。然

而,就目前国内发展情况而言,数字化风险评估也面临几大挑战。

4.1 硬件设备上的制约

支持环保物联网的在线监测设备将是研发的主流方向之一。这些设备最好具有针对特征污染物检测监测的能力。以大气污染风险评估为例,首先是污染物排放监测问题。虽然现在已有一定的大气污染物监测设备,但监测的指标毕竟是少数。环境检测、监测的发展方向应该是仪器多功能化、数字化、集成化和智能化。如将不同类型的传感器集成在一块芯片上,同时测试气体的浓度、压力、温度和流速等,从而更全面地反映被测气体在特定环境中所显示的特性。能用一种仪器检测多种不同气体是气体检测仪的发展趋势。如光离子化检测仪可检测大部分的挥发性有机物(VOC)。美国传感技术有限公司(IST)生产的能检测100种气体成分的便携式万能气体检测仪代表了气体检测仪的发展方向。物联网核心环节如高端传感器、无线传感网络、海量数据存储和处理等方面基础薄弱,在关键技术和高端产品等方面与国外有一定差距;对环保数据的采集能力不强,数据滞后,数据传输水平落后,数据库规模小,导致信息资源十分有限。

4.2 评估方法理论需要不断发展与完善

我国数字化风险评估创新体系不完善。数字化风险评估方法尚处于起步阶段,目前没有形成统一规范的风险评价标准;数据的加工处理以及分析能力差,无法形成大的数据仓库,无法满足环保部门决策的需求。我国数字化风险评估在行业应用中具有碎片化的特点,但随着环保部推进的生态环境保护工程应用,可以预见,“十三五”时期它将是智慧环保中的一项重要内容。

数字化风险评估研究及其“互联网+”的运行模式将环保管理模式由事后处理为主转向以事前预防为主,由粗放式监管转向精细化监管,由单纯政府监督扩大到政府、企业、社会公众共同参与的模式。广大环保科研工作者要深刻认识到这场“互联网+”的改革方案给政府职能转变带来的深远变化,要敢于实践,敢于创新,敢于把互联网的实质与精神深入到政府管理工作当中。

参考文献

[1] 林玉锁. 国外环境风险评价的现状与趋势[J]. 环境科学动态, 1993, (1): 8-10.
 [2] 毛小苓, 刘阳生. 国内外环境风险评价研究进展[J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(3): 266-273.
 [3] NRC. Science and Judgment in Risk Assessment[M]. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994.
 [4] 胡二邦. 环境风险评价实用技术和方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000: 1-482.

[5] 王子健, 吕怡兵, 王毅, 等. 淮河水体取代苯类污染及其生态风险[J]. 环境科学学报, 2002, 22(3): 300-304.
 [6] 付玉梅. 规划环评与项目环评的区别、规划环评面临的困难及对策[J]. 环境工程, 2009, 27(S1): 497-499.
 [7] MILAZZO M F, LISI R, MASCHIO G, et al. HazMat transport through Messina town: from risk analysis suggestions for improving territorial safety[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2002, 15(5): 347-356.
 [8] 魏航. 时变条件下有害物品运输的路径选择研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2006: 10-10.
 [9] LIST G F, MIRCHANDANI P B, TURNQUIST M A, et al. Modeling and analysis for hazardous materials transportation: risk analysis, routing/scheduling and facility location[J]. Transportation Science, 1991, 25(2): 100-114.
 [10] CHURCH R L, COVA T J. Mapping evacuation risk on transportation networks using a spatial optimization model[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2000, 8(1-6): 321-336.
 [11] Center for Chemical Process Safety. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures[M]. Newyork: American Histicute of Chemical Engineers, 1993: 102-13.
 [12] BARRATT R. Atmospheric Dispersion Modeling. Business and Environment Practioner Series. D. kofi Asante-duah, John Wily & Sous, Chichester. Risk assessment in environmental management[J]. Waste Management, 1999: 541-542.
 [13] LEONELLI P, BONVICINI S, SPADONI G. Hazardous materials transportation: a risk-analysis-based routing methodology[J]. Journal of Hazardous Materials, 2000, 71(1-3): 283-300.
 [14] WALKER G, MOONEY J, PRATTS D. The people and the hazard: the spatial context of major accident hazard management in Britain[J]. Applied Geography, 2000, 20(2): 119-135.
 [15] 秦庭荣, 陈伟炯, 郝育国, 等. 综合安全评价(FSA)方法[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(4): 88-92.
 [16] BONVICINI S, LEONELLI P, Spadoni G. Risk analysis of hazardous materials transportation: evaluating uncertainty by means of fuzzy logic[J]. Journal of Hazardous Materials, 1998, 62(1): 59-74.