

# 环境管理的信息化视角 ——美国环境信息生命周期模型研究

张波<sup>1\*</sup>, Wayne Davis<sup>2\*</sup>, 王争萌<sup>3</sup>

(1. 环境保护部信息中心, 北京 100029; 2. 美国环境保护局环境信息办公室, 华盛顿 20460; 3. 环境保护部环境发展中心, 北京 100029)

**摘要** 有效、可靠的数据和信息是环境管理的基础和主线, 是政府部门确定环境管理目标、衡量进展以及同所有利益相关方共享信息的基础。美国环保局(EPA)从整体视角和跨学科观点提出环境信息生命周期模型, 能够更好地理解环境信息的生产者、管理者、提供者和使用者等不同角色的作用。本文介绍了环境信息生命周期模型的各环节和要素, 包括政策、规划和项目, 数据采集和管理, 信息交换和共享, 信息管理, 发现、获取信息, 理解、使用信息, 用户/公众反馈等, 用于评估环境管理业务的数据和信息需求, 帮助提高数据质量, 增强公众获取环境信息的能力。环保部门需要关注数据质量的不确定性以及不同部门之间缺乏信息共享的问题, 将环境信息生命周期的方法融入中国的环境管理和信息化建设, 将提高环境数据的质量和政府透明度。本文针对中国的环保信息化建设提出了若干政策建议。

**关键词** 数据质量; 环境信息; 环境管理; 生命周期

中图分类号: X32

文章编号: 1674-6252(2016)06-0065-05

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2016.06.065

## Information View of Environmental Management —United States Environmental Information Life Cycle Model

ZHANG Bo<sup>1\*</sup>, Wayne Davis<sup>2\*</sup>, WANG Zhengmeng<sup>3</sup>

(1. Environmental Information Center, Ministry of Environmental Protection, Beijing 100029;

2. Office of Environmental Information, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460;

3. Environmental Development Center of Ministry of Environmental Protection, Beijing 100029)

**Abstract:** Credible data and information are the backbone of environmental management and basis for government agencies to set meaningful goals, measure progress, and share information to all stakeholders. From the perspective of a holistic and transdisciplinary approach, the United States Environmental Protection Agency proposed an environmental information life cycle model, to better understand the roles of different practitioners in their disciplines as generators, translators, providers, and users of this information. This article introduced the sectors and elements of the environmental information life cycle model, which includes policy and planning, data collection and management, information exchange and sharing, information management, accessing information, understanding and using information, and user feedback and involvement to help government agencies improve data quality, promote public access of environmental information. China's environmental departments should address the problems of uncertain data quality and the lack of information sharing between different government agencies. Integrating the concept of environmental information life cycle into China's environmental management and information system construction will improve the quality of environmental data and government transparency. Some policy suggestions were put forward for China's information systems development.

**Keywords:** data quality; environmental information; environmental management; life cycle

\* 责任作者: 张波(1972—), 男, 理学博士, 环境保护部信息中心技术室副主任, 研究员, 研究方向为环境信息管理与应用、地理信息系统, E-mail: zhangbo@mep.gov.cn。Wayne Davis(1957—), 男, 美国环境保护局环境信息办公室(OEI)高级科学家, 研究方向为环境信息管理与应用。

注: This work is not a product of the United States Government or the United States Environmental Protection Agency, and Wayne Davis is not doing this work in any governmental capacity. The views expressed are those of the authors only and do not necessarily represent those of the United States or the US EPA.

## 引言

环境管理的实质是环境信息体系管理,即相关环境数据和信息的收集、管理、分析和报告<sup>[1]</sup>。例如,环境影响评价、排污许可证、污染物总量控制等环境管理制度,需要收集、整理环评报告,污染物排放,环境质量等数据;环境容量、治理与达标目标、环境标准的确定必须以大量的数据和信息为基础;环境经济形势分析更是需要综合社会、经济等环保部门以外的数据才能做出正确决策。因此,有效、可靠的数据和信息是环境管理的核心和主线。目前,环保部门主要关注满足环境管理目标和信息公开需要收集、提供哪些数据和信息,但对如何提高数据质量,更好地满足环境管理目标,跟踪、评估法律、法规的执行效果关注不够<sup>[2]</sup>。本文从生命周期的整体视角和跨学科观点看待环境信息,能够帮助评估环境管理业务的数据和信息需求,提高数据质量,使解决问题和决策支持方面更加透明,增强公众获取环境信息的能力。

## 1 环境信息生命周期模型

环境信息已经不再掌握在少数专家手中,政府机构、非政府组织(NGO)、工业界、学术界和公众等广泛利益相关方可通过包括互联网在内的多种形式获取环境信息。通过优化环境信息系统的设计,能够帮助利益相关方根据各自需求和兴趣获取、理解和使用环境信息<sup>[3]</sup>。

环境信息的使用分为初级使用和次级使用两个阶段。环境管理人员为满足某项环境管理业务收集和使用信息属于初级使用;数据和信息通过共享和公开供其它利益相关方使用属于次级使用。数据和信息的次级使用促使我们从更广泛的角度考虑不同用户的需求,保证数据和信息的质量和可靠性。美国环保局(EPA)提出了生命周期方法,将环境信息涉及的所有环节连接形成闭合回路,能够更好地理解环境信息的生产者、管理者、提供者和使用者的不同角色的作用。图1是这个跨学科观点的环境信息生命周期(environmental information life cycle, EILC)模型框架,描述了不同角色之间交流和理

解的需求<sup>[4]</sup>。例如,野外的环境监测人员需要同程序员和数据库管理员交流,保证采集的数据和元数据能够方便地以电子形式存储和使用;利益相关方需要了解环境信息的用途、质量/可靠性和局限性以及如何获取。单独一个学科或专业不能从全生命周期理解数据和信息,需要跨学科的认识和观点。

环境信息生命周期模型包括以下环节和要素:

**政策、规划和项目。**该环节是环境信息生命周期的源头和出发点,以满足各种环境要素(如空气、水、废弃物等)监管的法律规定。该环节是一个动态反馈过程,即用户对数据使用的反馈意见能够帮助环保部门确定其工作重点和优先实施项目,协助优化和完善相关政策和指南。自20世纪70年代颁布《清洁空气法》(Clean Air Act)和《清洁水法》(Clean Water Act)以来,美国的环境信息管理一直建立在法律、政策和规划的基础上,与EPA的愿景、使命和战略目标相一致。中国“十三五”规划提出以“生态环境质量总体改善”为目标,以大气、水和土壤三大行动计划为核心的生态环境保护战略,环境信息生命周期管理要围绕上述目标和行动指南开展。

**数据采集和管理。**数据采集的设计阶段应制订数据质量保证计划,确定需要采集数据的核心指标。通过对采集方法、程序和数据格式等的标准化能够大幅度提高和保证数据质量和一致性。数据采集的设计目标要把仅为内部业务应用采集数据转化为多用途/用户使用采集数据<sup>[5]</sup>,所采集数据应该提供足够详细的元数据信息,才能被学术界和公众正确理解和使用。

EPA非常重视从数据采集阶段保证数据质量。以水环境监测为例,数据采集要记录数据获取的背景(如在哪里、谁、如何采集和分析样品);采样分析过程中比对实验分析数据,采用自动化的工具检验数据错误;对采集流域的断面进行随机抽样,利用传感器、遥感等手段与手工监测数据比较和验证,以确保数据质量。

**信息交换和共享。**数据一旦收集和存储,就会在数据系统内传输、交换和共享,利益相关方可通过信息系统获取和使用数据。有效地交换和共享数据需要标准和规范支撑,包括:①通用术语和词汇标准<sup>[6]</sup>;②数据的标准交换模板(通用交换格式);③交换数据所需的标准的交换方法、协议和服务;④系统和利益相关方的安全控制标准,确保数据没有被修改,并保证合法的利益相关方按照权限获得数据<sup>[7]</sup>。

EPA和利益相关方交换和共享数据统一采用“中央数据交换”(central data exchange, CDX)系统实现。该系统根据交换的业务数据情况,采用XML Schema确定交换参数,提供标准数据格式、交换模板和协议,使EPA能够与联邦政府、州政府环保部门和企业等快速交换环境数据(图2)<sup>[8]</sup>。目前美国50个州、9个部落和60个系统运用CDX进行数据交换和共享,每年交易量

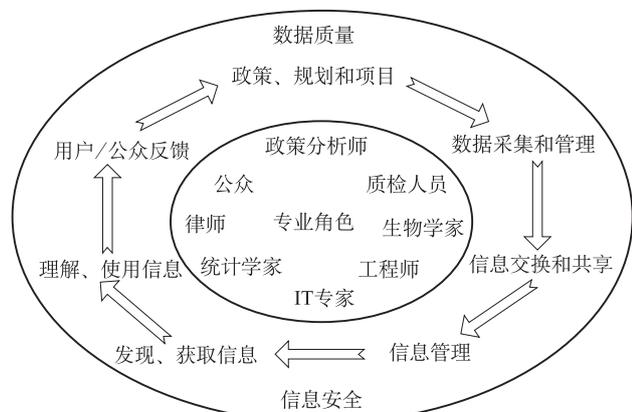


图1 环境信息生命周期模型框架

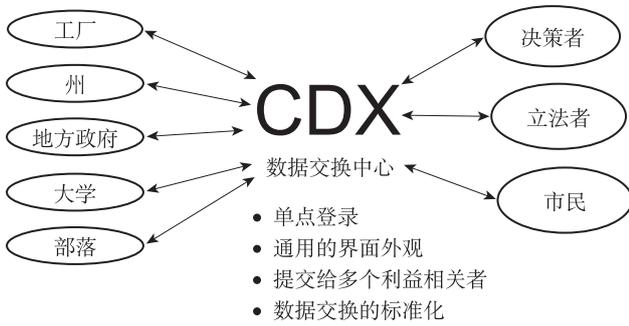


图2 CDX数据交换示意图

超过 80 万笔。统一、标准的数据传输和交换节省了大量时间与经费，并且有效保证了数据质量。

“水质交换”(water quality exchange, WQX)是 EPA 利用 CDX 进行水环境质量监测和评价数据交换和共享的成功案例(图 3)<sup>[9]</sup>。

**信息管理。**该环节是贯穿整个生命周期的持续过程，需要更高层次的企业视角看待信息管理方法，确保容易地获取原始数据和元数据是该环节的关键。信息通过加入索引以实现快速检索，使用标准的安全措施确保信息不被修改，并且适当的利益相关方能够获取。

**发现、获取信息。**通过开发界面友好的信息系统，方便用户发现和获取感兴趣的数据和信息，能够节约政府部门的时间和经费，更好地满足公众需求。EPA 通过从不同业务系统中抽取数据，整合形成环境数据仓库(EnviroFacts)<sup>[8]</sup>，方便社会公众咨询空气、水、固体废物、有毒化学品、土壤等相关信息(图 4)。

EPA 基于业务数据为业务用户和公众提供了相应的可视化和分析工具(桌面和基于 Web)，用于挑选、分类、联接/比较数据，将来源于不同业务部门的数据可视化展示。图 5 给出了利用在线查询比较有毒物质排放清单(toxics release inventory, TRI)和排放监测报告

(discharge monitoring report, DMR)中排放到地表水的企业数量、污染物种类、排放量的不同<sup>[12]</sup>。

**理解、使用信息。**那些为满足业务应用采集和使用数据的部门最了解所采集数据的情况。然而，除了满足业务部门自身应用外，政府部门有责任确保数据和信息的完整存档和标识，能够被利益相关方正确地理解和使用，更好地为决策提供帮助。EPA 在数据和信息用于决策支持时非常谨慎，通常需要制订信息质量标准，以此判断哪些外部数据和信息可用于决策，避免质量差甚至错误数据误导决策制定。这就是为什么数据的次级使用重要的第一步是确保数据被详细地记录和存档的原因。通过包括网络会议、工作指南、在线辅导、呼叫中心和其他咨询形式在内的培训会议和专题讨论，能够帮助用户更好地理解和使用数据和信息。

**用户/公众反馈。**美国一直重视通过用户/公众反馈提高数据质量，参与环保工作。用户对环境信息的反馈能够帮助识别数据和信息的错误、差异或缺陷，进而提高数据质量并优化环境管理的政策、规划和指南。图 6 是 EPA 执法和守法历史在线工具(enforcement and compliance history online, ECHO)的数据错误报告界面，公众可通过该界面报告污染设施/企业的数据错误(位置、名称、地址等)，以协助提高数据质量<sup>[14]</sup>。EPA 通过污染设施/企业的信息公开，收集公众对数据质量问题的反馈，三年内收到 13 000 个数据错误的反馈，更正了 12 750 个错误，大幅提高了污染设施/企业信息的质量和有效性<sup>[8]</sup>。

## 2 生命周期和跨学科方法的益处

EPA 的《信息获取战略》(Information Access Strategy)认识到聚焦于传统信息技术的角色并不能有效满足公众发现、理解和使用环境信息的需求<sup>[3]</sup>，将《信息获取战略》更新为《信息资源管理战略规划》(Information Resource Management Strategic Plan)，给出了整合信息基础设施的路线图<sup>[5]</sup>。EPA 认识到生命周期视角和跨学科观点的重要性，将环境信息生命周期模型的理念用于环境管理制度和项目中，不仅注重 EPA 内部的数据共享和应用，而且重视信息公开，帮助公众发现、理解和使用环境信息，取得了极大的成功。例如，美国 1986 年通过的《应急规划和社区知情权法》(Emergency Planning and Community Right to Know Act)建立了 TRI 制度，要求企业每年向 EPA 提交排放和转移有毒物质的数据，EPA 收集、整理、分析企业提交的数据后形成年度统计分析报告，通过网站向社会公开。TRI 使得美国 1988—

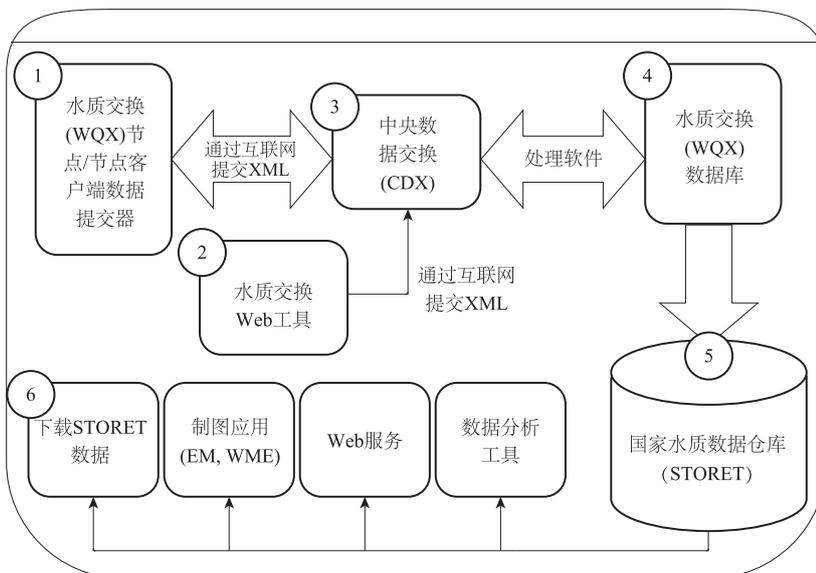


图3 水质交换项目的数据流<sup>[10]</sup>



图4 EnviroFacts 查询界面<sup>[11]</sup>

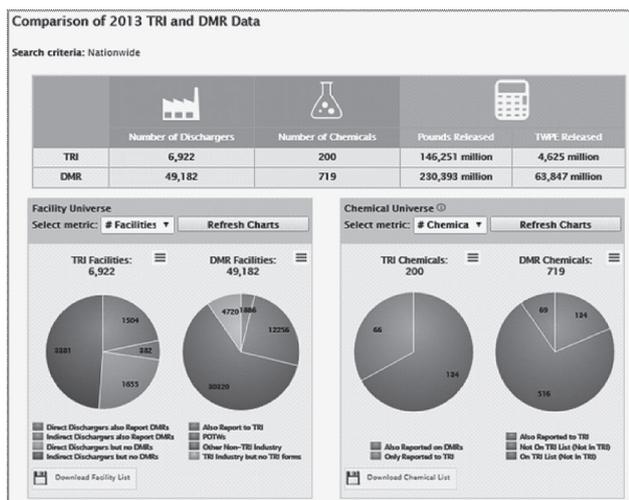


图5 TRI和DMR数据比较的结果显示<sup>[13]</sup>

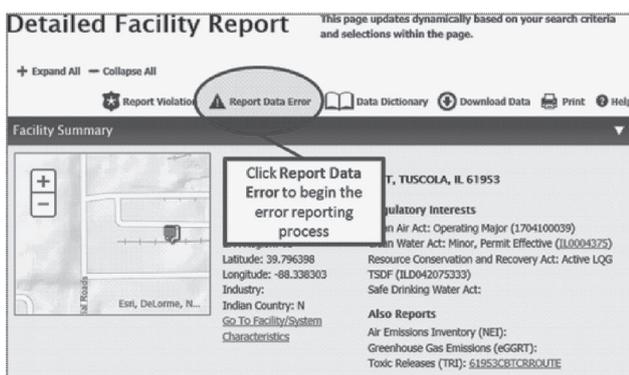


图6 ECHO的数据错误报告界面<sup>[14]</sup>

1994年17种最具危害性化学物质的排放量降低了51%，在有毒物质污染控制方面取得了显著成效。

DMR能够帮助公众确定排污者，排放污染物的种类和数量，排放去向。DMR提供的污染物负荷工具利用排污许可证信息和废水排放监测数据计算污染物负荷并给排污者排序，提供毒性权重结果。用户可以通过自定义查询显示结果，并且能够报告错误或可疑数据<sup>[15]</sup>。TRI和DMR把信息收集、质量保证、分析、公众获取和错误反馈等生命周期各环节整合在一起，确保所有利益相

关方能找到、理解和使用数据和信息<sup>[12]</sup>。

类似于美国的《清洁水法》，《欧盟水框架指令》的技术指南和实施过程，同样对于欧盟内所有水体信息的收集、分析、公开、报告、评估和循环深入的过程，它建立了可供公众访问的公开、透明的数据库<sup>[1]</sup>。

### 3 讨论和建议

当今世界要求增加政府透明度和获取更多环境信息的呼声日益增长，《联合国信息获取政策》(United Nations Access to Information Policy)充分证明了这一点<sup>[16]</sup>。中国的环保部门在提高政府透明度和信息公开方面取得了巨大进展。2008年，国家环境保护总局发布实施《环境信息公开办法(试行)》，规定了应公开的环境信息内容、范围、方法及相应的监管程序<sup>[17]</sup>。在此基础上，新修订的《中华人民共和国环境保护法》增加了“信息公开和公众参与”一章，进一步明确了政府、企业在环境信息公开方面的责任、义务以及公民等依法享有获取环境信息、参与和监督环境保护的权利<sup>[18]</sup>。但是由于环保信息化建设存在“孤岛”和“烟囱”，环境信息和资源的碎片化阻碍了以整体视角看待环境信息，环境信息生命周期的理念并没有完全与环境管理业务和项目结合<sup>[19,20]</sup>。美国环保局和中国环境保护部(以下称“环保部”)面临许多共同挑战，并于2015年11月签署《中美环境合作联合委员会第五次会议联合声明》，要求加强大数据分析 and 信息公开方面的合作<sup>[21]</sup>，我们建议环保部可以聚焦以下问题：

(1) 指定一个专职部门负责环境信息全生命周期管理。

EPA环境信息办公室(Office of Environmental Information, OEI)内设信息技术和规划、信息收集、项目管理、信息质量保障、信息分析和获取等部门，涉及信息生命周期的各个环节，有效保证了EPA总体战略的实现<sup>[8]</sup>。如果环保部建立类似于OEI的信息化机构和CIO制度，根据环保总体战略目标和需求制订信息化发展规划和整体技术架构，让各业务部门在信息生命周期框架下工作，将有效支撑基于水、大气、土壤等环境要素管理的业务协同。

(2) 构建类似于CDX的数据传输、交换基础设施，使数据采集和交换将更为有效。

环保系统各业务部门基于各自业务需求向地方和企业采集数据，造成数据重复采集和数据的不一致性，不利于数据共享和分析、挖掘。建议环保部基于业务需求统一编写“数据采集清单”，合并重复采集的数据项，规范采集方式，建立类似于CDX的统一的数据传输、交换平台，通过标准接口和数据格式，采集、传输和交换环境数据，这样将极大地提高数据质量。

(3) 建立污染源登记制度，明确不同系统中污染源的关系。

EPA “设施登记系统”(facility registry service, FRS)通过赋予排污设施唯一“标识码”形成排污设施登记数据库,通过该标识码将EPA和各州业务系统的污染源数据连接起来,使不同业务系统的数据关系得以明晰。建议环保部门借鉴FRS建设经验,建立一套动态更新的污染源名录库,逐渐统一、规范污染源相关业务系统的污染源信息,并通过污染源编码明确污染企业的族谱、等级(母公司、子公司)关系,为后续的排污许可证、污染源普查等提供支撑。

(4) 通过信息公开提高数据质量。

TRI是环境信息公开的成功案例,并且通过公众反馈协助提高数据质量。建议环保部借鉴TRI的经验,将危险废物、有毒化学品的环境风险信息纳入企业环境信息公开清单。建立基于互联网的统一的企业信息公开平台,帮助公众方便地获取、理解、使用环境信息,通过公众反馈数据错误,协助提高数据质量。

总之,中国需要将环境信息生命周期的理念融入环境管理和信息化建设中,解决好环境数据质量不确定性以及不同政府部门之间缺乏环境信息共享的问题,有助于更好地实现环境质量改善的总体战略目标。

## 参考文献

- [1] 沈百鑫. 浅析以科技信息为主线的环境协同治理[J]. 中国环境管理, 2015(6): 84-89.
- [2] HSU A. Environmental reviews and case studies: limitations and challenges of provincial environmental protection bureaus in china's environmental data monitoring, reporting and verification[J]. Environmental practice, 2013, 15(3):280-292.
- [3] U.S. Environmental Protection Agency. USEPA information access strategy, EPA-240-R-09-001[EB/OL]. Washington, DC: EPA, 2009[2016-03-26]. <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1003T4W.PDF?Dockey=P1003T4W.PDF>.
- [4] DAVIS W, CHAUDET R. An environmental information life cycle for measuring results. Paper presented at the 2011 Asia Pacific regional working group on environmental information[EB/OL]. Taipei, [2016-03-26]. <https://sites.google.com/site/2011rwgei/resources>.
- [5] U.S. Environmental Protection Agency. FY2015-2018 EPA information resource management strategic plan[EB/OL]. Washington, DC:Office of the Chief Information Officer, 2015[2016-03-26]. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/irmstrategicplan.pdf>.
- [6] U.S. Environmental Protection Agency. Data standards: a common language[EB/OL]. [2016-03-26]. <http://www2.epa.gov/data-standards>.
- [7] Environmental Information Exchange Network. Who we are[EB/OL]. [2016-03-26]. <http://www.exchangenetwork.net/about/who-we-are/>.
- [8] 张波, 徐富春. 美国环境信息化建设及其启示[J]. 中国环境管理, 2015(6): 53-59.
- [9] U.S. Environmental Protection Agency. WQX web users guide version 2.10[EB/OL]. Washington, DC:Office of Water, 2013[2016-03-26]. [http://www3.epa.gov/storet/wqx/products/WQX\\_Web\\_User\\_Guide\\_v2.10.pdf](http://www3.epa.gov/storet/wqx/products/WQX_Web_User_Guide_v2.10.pdf).
- [10] U.S. Environmental Protection Agency. WQX data flow[EB/OL]. [2016-03-26]. [http://www3.epa.gov/storet/WQX\\_data\\_flow\\_diagram.html](http://www3.epa.gov/storet/WQX_data_flow_diagram.html).
- [11] U.S. Environmental Protection Agency. EnviroFacts[EB/OL]. [2016-03-26]. <http://www3.epa.gov/enviro>.
- [12] U.S. Environmental Protection Agency. Comparing clean water act (CWA) national pollutant discharge elimination system (NPDES) discharge monitoring report (DMR) data and toxics release inventory (TRI) data[EB/OL]. Washington, DC: EPA, 2014[2016-03-26]. <http://cfpub.epa.gov/dmr/docs/Comparing-CWA-NPDES-DMR-Data-and-TRI-Data.pdf>.
- [13] U.S. Environmental Protection Agency. Discharge monitoring report (DMR) pollutant loading tool: DMR-TRI comparison dashboard[EB/OL]. [2016-03-26]. <http://cfpub.epa.gov/dmr/dashboard.cfm>.
- [14] U.S. Environmental Protection Agency. Environmental compliance online history-how to report an error[EB/OL]. [2016-03-26]. <https://echo.epa.gov/help/how-to-report-error>.
- [15] JOHNSTON C A, CAMP M. Providing better public access and use of point source wastewater pollutant discharge information[J]. Proceedings of the water environment federation, 2011, 12:4301-4330.
- [16] United Nations Environmental Program. Access-to-information policy[EB/OL]. [2016-03-26]. <http://www.unep.org/civil-society/Portals/24105/documents/meetings/oecpr2014/UNEP-Policy-on-Access-to-Information.pdf>.
- [17] 国家环境保护总局. 环境信息公开办法(试行)[EB/OL]. [2016-03-26]. [http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/qt/200910/t20091023\\_180069.htm](http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/qt/200910/t20091023_180069.htm).
- [18] YANG. The 2014 Revisions of China's environmental protection law[EB/OL]. [2016-03-26]. [http://cgd.swissre.com/features/The\\_2014\\_Revisions\\_of\\_Chinas\\_Environmental\\_Protection\\_Law.html](http://cgd.swissre.com/features/The_2014_Revisions_of_Chinas_Environmental_Protection_Law.html).
- [19] KERM Getting down to business: deepening environmental transparency in China[J]. Solutions, 2014, 5(4):40-50.
- [20] 魏斌, 张波, 黄明祥. 信息化推进环境管理创新的思考[J]. 环境保护, 2015(15): 38-41.
- [21] U.S. Environmental Protection Agency. The fifth meeting of the U.S.-China joint committee on environmental cooperation: joint statement[EB/OL]. Washington, DC: EPA, 2015[2016-03-26]. [http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/2jcec\\_signed\\_2013-11-19-122057.pdf](http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/2jcec_signed_2013-11-19-122057.pdf).