

智慧环保建设评价指标体系研究

刘锐^{1,2*}, 李红华^{1,2}, 王菲^{1,2}, 谢涛^{1,2}

(1. 中科宇图科技股份有限公司, 北京 100101; 2. 中科宇图资源环境科学研究院, 北京 100101)

【摘要】 随着信息技术在政务、环保等领域的广泛应用, 智慧环保成为环境保护及环保信息化建设的重要方面。本研究以促进环境保护部及地方环境保护单位智慧环保建设为目标, 在对比之前智慧环保定义的基础上, 提出新一代智慧环保的定义, 更加强调互联互通、业务协同、公众服务等方面, 并且明确了智慧环保的三个应用目标。基于对智慧环保总体架构和目标内涵的解析, 遵循指标具有代表性、可理解性、可采集性、可扩展性的原则, 参考国家智慧环保建设相关政策文件要求以及智慧城市、电子政务绩效评价指标体系等相关文献, 经过多次专家咨询建议, 形成一套智慧环保建设评价指标体系, 共包含4个维度、12个要素、42个指标。评价指标的提出对引导智慧环保建设有序发展、促进环保信息化发展具有重要意义。

【关键词】 智慧环保; 评价指标; 综合决策; 公共服务

【中图分类号】 X324; TP393.4

【文章编号】 1674-6252 (2018) 02-0068-05

【文献标识码】 A

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2018.02.068

改革开放近 40 年, 我国已成为世界上经济增长最快的国家之一。与此同时, 作为一个能源生产和消费大国, 我国经济发展与环境保护的矛盾也比较突出, 着力解决影响人民群众健康的突出环境问题成为环境保护的重点工作。随着物联网、大数据、云计算、“互联网+”等新型 IT 技术的发展, 环境保护工作进入新的历史发展期^[1]。面对复杂的环境问题, 必须转变工作方式, 运用现代科技信息手段创新管理, 实现更透彻的感知、更全面的互联互通、更智慧的决策支持。

随着信息技术在政务、环保等领域的广泛应用, 数字环保的理念应运而生, 而智慧环保是数字环保概念的延伸和拓展^[2]。“十三五”时期, 我国环保信息化已经全面进入智慧环保建设时代, 然而在国内尚未形成完善的智慧环保建设理论模式和评价标准。因此, 本研究基于对智慧环保总体架构和目标内涵的解析, 构建智慧环保建设评价指标体系, 以更具科学性、指导性的评估模式引导智慧环保建设有序发展, 进一步促进环保信息化发展。

1 智慧环保的定义

智慧环保的定义有很多不同版本, 但内涵基本一致, 侧重点也基本一致, 比较有代表性的是, 姚新等^[3]在《智慧环保体系建设与实践》一书中针对智慧环保提出的定义: 智慧环保是在原有数字环保的基础上, 借助

物联网技术, 把感应器和装备嵌入到各种环境监控对象中, 通过超级计算机和云计算将环保领域物联网整合起来, 实现人类社会与环境业务系统的整合, 以更加精细和动态的方式实现环境管理和决策的智慧。

结合目前“互联网+”和大数据等技术的发展和在环保领域的深入应用, 以及智慧环保所达到应用效果的体现, 本研究给出新一代智慧环保的概念: 智慧环保是将云计算、大数据、物联网、移动应用、空间信息和智能控制等新型 IT 技术与环境管理业务应用、环境信息服务和环境产业发展有机结合, 以生态环境信息全面感知、广泛互联、深度融合、集中管理和智能应用为特征的环境信息化体系, 其目标是实现生态环境综合决策科学化、环境监管精准化和公共服务便民化。这三个目标的实现, 与环保部通过生态环境大数据平台建设和应用在未来五年实现的目标^[4]保持一致。

新的智慧环保定义在原有不同版本的基础上更加强调互联互通、业务协同、公共服务、公众参与等方面, 并且明确了智慧环保的三个应用目标。

2 智慧环保的总体架构和内涵

智慧环保包含三个关键内容: 一是传感器与环境监控对象必须是直接连接; 二是人类社会与业务系统之间必须是通过信息技术实现的整合; 三是环境管理与决策过程必须是精确的和动态的。智慧环保建设的过程,

基金项目: 环境保护部新一代电子政务顶层规划项目。

* 责任作者: 刘锐 (1957—), 男, 教授级高工, 博士, 博士生导师, 从事地理信息科学、遥感与环境科学研究, E-mail: liur@mapuni.com。

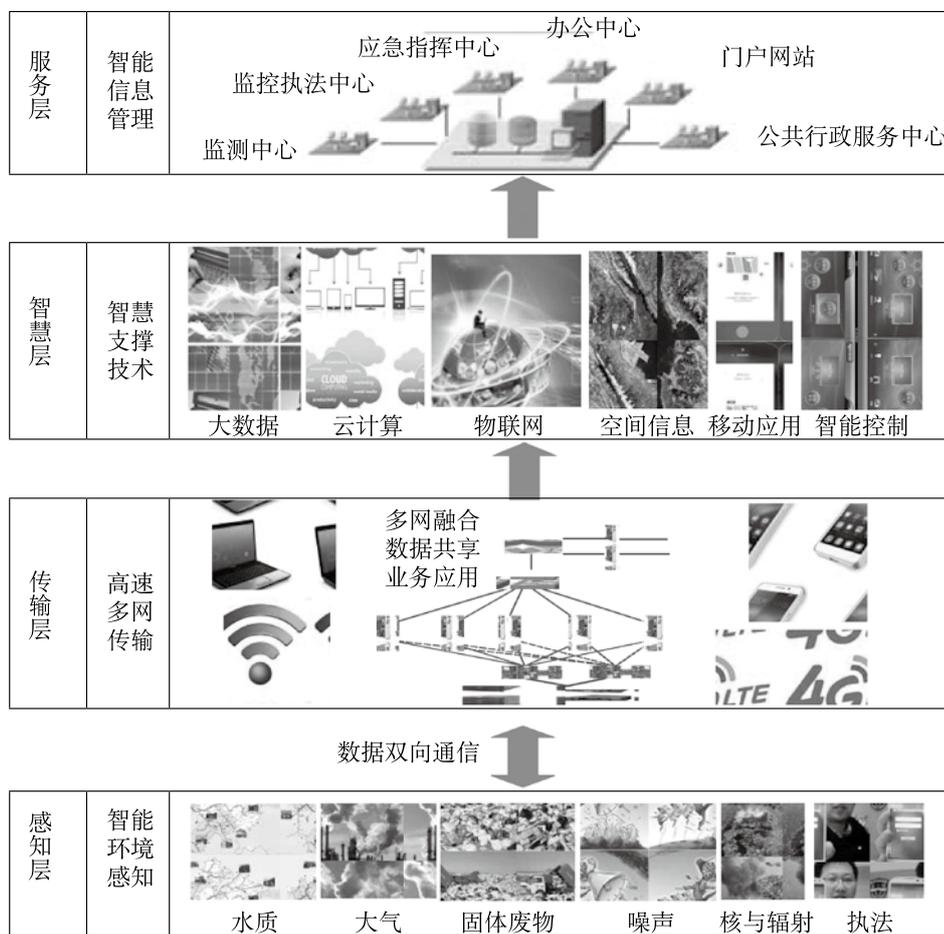


图1 智慧环保总体架构

即环境管理主体对环境管理客体（主要是环境监控对象）的信息采集、传输、分析、展示、控制等过程。智慧环保将以环境信息的全面、高效感知为基础，以信息安全、及时传输和深入智能处理为手段，在环境政务协同的基础上实现环境监管精准化、综合决策科学化、公共服务便民化。环境监管精准化具体表现为环境感知的全面化、污染排放监控的效益最大化、环境监察执法能力的提升等；综合决策科学化具体表现为宏观决策水平、应急处置能力、环境舆情监测等；公共服务便民化具体表现为公众对环境信息的低成本获取能力、公众参与的政务的深入程度、为民服务的便利性等。

智慧环保总体架构包括感知层、传输层、智慧层和服务层，如图1所示。

感知层是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，实现对环境质量、污染源、生态、辐射等环境因素的更透彻感知；传输层即利用环保专网、运营商网络，结合3G、卫星通信等技术，将个人电子设备、组织和政府信息系统中存储的环境信息进行交互和共享，实现更全面的互联互通；智慧层是以云计算、大数据等技术手段，整合和分析海量的环境信息，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；服务层则是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、辐射管理等业务提供更智慧的决策。^[1]

3 智慧环保建设评价指标体系的设计思路与方法

3.1 设计思路

在智慧环保评价指标体系建设前期需要进行资料收集，包括国家对智慧环保建设的相关政策文件要求以及文献调研。建立科学、合理的评价指标体系要以评价目的为出发点和落脚点，因此对智慧环保评价目标、架构、特征等进行分解，为指标体系的提出奠定基础。由于智慧环保建设评价指标体系建设尚属于新鲜的研究领域，缺少可以直接参考的文献，本文选取智慧城市、电子政务绩效等评价指标体系的建设过程进行参考。

从搜集的资料中选取智慧环保建设所采用的指标，由于涉及的方面较多，在时间、成本等因素的约束下，从考核内容、考核指标中筛选最能反映智慧环保建设根本性特征的要素作为代表性指标。最终，对各级指标进行汇总，搭建出智慧环保建设评价指标体系的基本结构。智慧环保评价指标体系具体设计思路如图2所示。

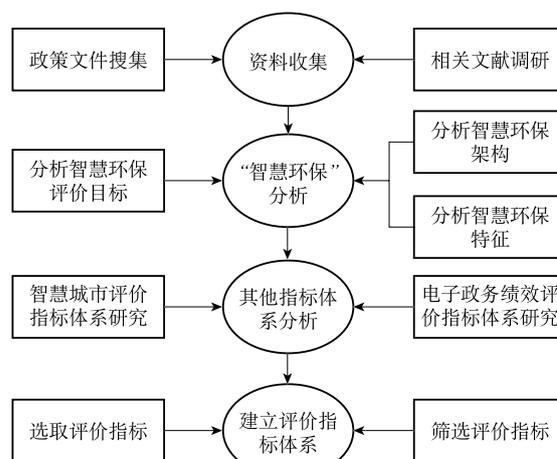


图2 智慧环保评价指标体系设计思路

3.2 设计原则

智慧环保建设评价指标体系设计过程中遵循指标具有代表性、可理解性、可采集性和可扩展性等原则。

(1) 代表性

智慧环保建设是一个系统工程，涵盖内容较多，涉及环境保护和环保信息化的方方面面。指标在选取的过程中需要既能够较全面地反映智慧环保建设各方面总体发展水平，又不能使所指代的内容有交叉和重叠，因此需具有代表性。

(2) 可理解性

可理解性指的是对于评价指标体系中涉及的各项指标，需要考虑评价指标使用者的理解能力，所提供的各个指标需要能够明确含义且易于理解，避免在使用过程中引起歧义。

(3) 可采集性

可采集性指的是评价指标体系中涉及的历史和当前数据应该可以通过监测数据、公式计算、专家评审等方式进行采集，进而进行最终结果的计算、评价和对比。

(4) 可扩展性

随着物联网、云计算、大数据、移动互联等新型 IT 技术的发展，智慧环保的定义、总体框架、目标内涵等也在不断更新，在对智慧环保建设进行评价的时候需要涵盖的内容也会不断变化，因此评价指标需要能够根据智慧环保的实际发展情况进行增减和修改。

3.3 设计方法

智慧环保建设评价指标体系设计过程中综合运用了因素分析法、文献调研法和专家咨询法三种方法。

(1) 因素分析法

从智慧环保建设的总体架构和目标内涵出发，分析智慧环保建设的新型 IT 技术应用、网络基础设施建设、硬件设备配套、水气土环境要素监测、公众服务、综合决策等因素，全面评价智慧环保建设，确定评价指标体系的整体框架。

(2) 文献调研法

基于指标体系的整体框架，针对每一维度或要素进行智慧城市评价指标体系、电子政务绩效评价指标体系、智慧环保、政务信息化等方面的文献和政策调研，提取其中涉及已有智慧环保的相关指标，形成评价指标体系，明确指标来源，减少争议。

(3) 专家咨询法

在智慧环保评价指标体系建设过程中，通过定期咨询相关领域专家，综合专家经验与主观判断，对指标体系进行调整修正，如信息系统利用率、环境舆情处理率。

4 智慧环保建设评价指标体系

4.1 评价指标体系的层次结构

解析智慧环保的定义和总体架构可以看出，依托于大数据、云计算、物联网、空间信息、移动应用和智能控制等技术，PC 端和移动端、宽带网络和移动网络等基础设施的建设，对于多网融合、数据共享、业务应用等方面的支撑是智慧环保建设的基础，也是实现智慧环保“三化”目标的基础，因此将该部分作为智慧环保政务协同能力进行考核。在智慧环保政务协同能力建设维度评价的基础上，水质、大气、固体废物、噪声、核与辐射等环境质量的在线监测，以及监测中心、监控执法中心、移动执法的建设支撑智慧环保实现环境监管精准化；办公中心支撑政府部门内部的宏观决策和政策引导，应急指挥中心支撑应急能力建设，共同实现智慧环保综合决策科学化；门户网站和公共行政服务中心作为政府与公众互动的接口，能够实现数据的对外公开、公众参与以及政务服务，支撑智慧环保实现公共服务便民化。因此，将智慧环保分为政务协同能力、环境监管精准化、综合决策科学化、公共服务便民化四个维度进行评价，达到尽可能全面、准确的评价。

本研究中，智慧环保评价指标体系包括目标层、维度层、要素层和指标层（见图 3），共包括 42 个指标。

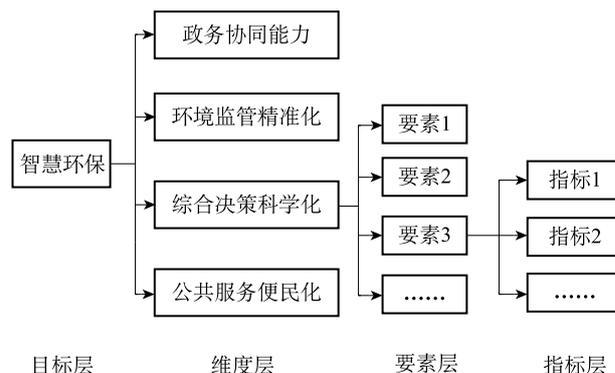


图3 智慧环保评价指标体系层次结构

4.2 评价指标体系的提出依据

智慧环保建设评价指标体系中提出的指标尽量从相关政策文件和文献中选取，以避免争议。但由于智慧环保是一个比较新的概念，且随着技术的进步不断更新，因此仍有文件和文献中少有提及的方面，则尽量采用总结归纳的方法提出。

智慧环保评价指标体系中引用的相关政策文件及文献中的指标如表 1 所示。

4.3 智慧环保建设评价指标体系

基于对智慧环保总体架构和目标内涵的解析，在遵循代表性、可理解性、可采集性、可扩展性等设计原则

表 1 参考指标

政策或文献	所属维度	所属要素	指标
《“互联网+政务服务”技术体系建设指南》 ^[5]	公共服务便民化	政务服务	服务方式完备度
			服务事项覆盖度
			办事指南准确度
			在线办理深度
			在线服务成效度
《新型智慧城市评价指标(2016年)》 ^[6]	环境监管精准化	重点污染源在线监测	重点污染源在线监测情况
		环境质量在线监测	重点用能单位在线监测率
《新型智慧城市评价指标(2016年)》 ^[6]	公共服务便民化	信息公开	企业事业单位环境信息公开率
	政务协同能力	政务信息化水平	公共信息资源社会开放率
《国家电子政务“十二五”规划》 ^[7]	政务协同能力	政务信息化水平	信息资源部门间共享率
			主要业务信息化覆盖率
			主要业务信息共享率
《全国环保部门环境应急能力建设标准》 ^[8]	综合决策科学化	应急处置能力	网络互联互通率
			明确环境应急机构与人员配置、硬件装备、业务用房等
《主要行业环境监察指南》 ^[9]	环境监管精准化	监察执法能力	明确了环境监察主要程序
《物联网“十二五”发展规划》 ^[10]	环境监管精准化	环境质量在线监测	水质监测
			空气监测
		重点污染源在线监测	智能环保信息采集网络
《突发事件应急能力评价指标体系建模研究》 ^[11]	综合决策科学化	应急处置能力	智能环保污染源监控
			灾前预警能力
			灾中应急能力
《地市级电子政务绩效评估测评系统设计研究》 ^[12]	公共服务便民化	公众参与	灾后恢复能力
			参与方式
			沟通效率
			公众满意度

的基础上,综合运用因素分析法、文献调研法和专家咨询法,参考智慧城市、电子政务绩效评价等^[4-15]相关文献和政策标准,经过多次专家咨询建议,形成一套智慧

环保建设评价指标体系,共包含4个维度、12个要素、42个指标,如表2所示。

表 2 智慧环保建设评价指标体系

维度	要素	指标	维度	要素	指标
政务协同能力	基础设施条件	千人PC机数	综合决策科学化	宏观决策水平	生态环境形势研判
		千人(职务)手机数			环境政策措施制定
	网络设施条件	网络互联互通率			重点工作会商评估
		宽带速率达标率			环境工作监控评估
		移动网络覆盖率		应急能力建设	
	政务信息化水平	业务信息化覆盖率		灾前预警能力	
		信息共享率		灾中应急能力	
业务协同率		灾后恢复能力			
	信息系统利用率	环境舆情监测率			
环境监管精准化	环境质量在线监测	水质监测断面在线监测率	环境舆情监测	环境舆情辟谣率	
		空气监测点位在线监测率		环境舆情处理率	
		土壤监测点位在线监测率		环境信息资源社会开放率	
		噪声自动化监测比例	企业事业单位环境信息公开率		
	环境质量在线监测	核辐射自动化监测比例	公共服务便民化	公众参与	参与方式
		环境感知入网率			沟通效率
	重点污染源在线监测	工业源连续在线监测比例			政务服务
		机动车连续在线监测比例	服务方式完备度		
		扬尘连续在线监测比例	服务事项覆盖度		
	监察执法能力	监察能力建设	办事指南准确度		
监察执法频率		在线办理深度			
监察执法效果		在线服务成效度			

5 小结

基于“环境保护部新一代电子政务顶层规划项目”，以促进环境保护部及地方环境保护单位智慧环保建设为目标，在对智慧环保评价目标、架构、特征等进行分解的基础上，参考国家智慧环保建设相关政策文件要求、智慧城市、电子政务绩效等评价指标体系，选取智慧环保建设所采用的指标，构建了包括4个维度、12个要素、42个指标的智慧环保建设评价指标体系，对智慧环保良性建设具有一定的引导意义。

评价指标选取范围主要以相关政策文件要求为依据提出，随着国家加强政策的引导性，将有望进一步得到完善。此外，本研究提出的部分指标，如宏观决策水平，尚不具备量化评价方法，仍需要依靠环保行业及信息化领域专家的经验辅助评判。未来，随着智慧城市、智慧环保等信息化工程建设步伐的推进，本研究成果可在典型区域广泛开展指标体系应用研究、案例分析，将有助于我国进一步完善智慧环保评价指标体系的总体框架和指标体系，以及具体指标的测算依据，从而提高推广价值，促进智慧环保工程有序建设。

参考文献

- [1] 魏斌, 黄明祥. 新形势下环境信息化发展展望[J]. 中国环境管理, 2015, 7(1): 14-17.
- [2] 刘锐. 智慧环保: 为美丽中国建设保驾护航[J]. 中国环境管理, 2013, 5(5): 2-3.
- [3] 姚新, 刘锐, 孙世友, 等. 智慧环保体系建设与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [4] 环境保护部办公厅. 关于印发《生态环境大数据建设总体方案》的通知: 环办厅〔2016〕23号[EB/OL]. (2016-03-08). http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201603/t20160311_332712.htm.
- [5] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发“互联网+政务服务”技术体系建设指南的通知: 国办函〔2016〕108号[EB/OL]. (2017-01-12). http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/12/content_5159174.htm.
- [6] 国家发展改革委办公室, 中央网信办秘书局, 国家标准委办公室. 关于组织开展新型智慧城市评价工作务实推动新型智慧城市健康快速发展的通知: 发改办高技〔2016〕2476号[EB/OL]. (2016-11-22). http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201611/t20161128_828092.html.
- [7] 工业和信息化部. 关于印发《国家电子政务“十二五”规划》的通知: 工信部规〔2011〕567号[EB/OL]. (2011-12-12). <http://www.forestry.gov.cn/portal/xxb/s/2522/content-550943.html>.
- [8] 环境保护部. 关于印发《全国环保部门环境应急能力建设标准》的通知: 环发〔2010〕146号[EB/OL]. (2010-12-27). http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201101/t20110105_199491.htm.
- [9] 主要行业环境监察指南[EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/1923efc8650e52ea5418983c.html>.
- [10] 工业和信息化部. 物联网“十二五”发展规划[EB/OL]. (2011-11-28). http://www.china.com.cn/guoqing/2017-01/20/content_40144123.htm.
- [11] 田依林, 杨青. 突发事件应急能力评价指标体系建模研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2008, 16(2): 200-208.
- [12] 王亚利, 李晓静. 地市级电子政务绩效评估测评系统设计研究[J]. 湖南科技学院学报, 2014, 35(10): 88-91.
- [13] 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知: 国发〔2016〕73号[EB/OL]. (2016-12-27). http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/27/content_5153411.htm.
- [14] 环境保护部. 全国环境监察标准化建设标准: 环发〔2011〕97号[EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/3909223b0912a21614792977.html>.
- [15] 环境保护部办公厅. 环境监察移动执法系统建设指南[EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/6fd071387fd5360cba1adbbe.html>.

Study on the Evaluation Index System for Smart Environmental Protection Construction

LIU Rui^{1,2}, LI Honghua^{1,2}, WANG Fei^{1,2}, XIE Tao^{1,2}

(1.China Sciences Mapuniverse Technology Co., Ltd, Beijing 100101, China;

2.Institute of Resources and Environment Science, MAPUNI, Beijing 100101, China)

Abstract: With the extensive applications of information technology in the government affairs, environmental protection and other fields, smart environmental protection has become an important aspect of environmental protection and environmental information construction. This study aims to promote the construction of smart environmental protection for Ministry of Environmental Protection and local environmental protection units. A new definition of smart environment protection is presented in this study in contrast to the definition before, which emphasis more on interoperability, business collaboration, public services and other convenience, and clear three application goals of smart environmental protection. Based on the analysis of the overall structure and target connotation of smart environmental protection and followed the principles of representative, understandability, collectability and scalability, the evaluation index system of smart environmental protection construction is formed after reference to the policies of smart environmental protection construction and literatures of the evaluation index system of smart city, e-government performance and several expert advices and demonstration, which contains 4 dimensions, 12 elements, 42 indicators. It is of a great significance for guiding the development of smart environmental protection and promoting environmental information to propose the evaluation index.

Keywords: smart environmental protection; evaluation index; comprehensive decision making; public service