

数 ■ 字 ■ 环 ■ 保 ■ 系 ■ 列 ■ 丛 ■ 书



数字环保 理论与实践

李小文 刘 锐 姚 新 张义丰 主编



科学出版社
www.sciencep.com

数字环保系列丛书

数字环保理论与实践

李小文 刘 锐 姚 新 张义丰 主编

科学出版社

北 京

-54

X-3P
L287

内 容 简 介

本书是集中国科学院遥感应用研究所、北京师范大学、中科宇图天下科技有限公司多年来在数字环保领域的研究和实践成果,在国内出版的首本“数字环保”专著。本书对“数字环保”的定义、发展历程及理论基础进行了深入阐释,从核心业务体系、技术支撑体系、体系架构以及总体技术路线等方面对数字环保的构成体系进行了论述,提出一套完整的数字环保体系,并概要介绍了数字环保关键技术及标准规范体系。另外,本书还从实践角度介绍了数字环保网络硬件、支撑平台、环境综合业务系统、环境监测监控体系、环境应急指挥体系建设要求及方法,并以五个典型案例展示建成效果。

本书可作为环保机构环境信息化业务工作人员以及高等院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字环保理论与实践 / 李小文等主编. —北京: 科学出版社, 2010
(数字环保系列丛书)

ISBN 978-7-03-026766-5

I. ①数… II. ①李… III. ①数字技术-应用-环境-保护 IV. X-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 021457 号

责任编辑: 张 震 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2010 年 2 月第一次印刷 印张: 19 1/2

印数: 1—1 500 字数: 393 000

定价: 69.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

全球气候变化、生物多样性减少、土地荒漠化、水资源短缺、环境污染与生态退化等环境与资源问题并没有因为 2008 年的金融危机而淡出人们的视野。反而随着对环境问题严峻性的感受日益加深，人类在逐渐摒弃“牺牲环境，换取发展”的传统发展模式，以低能耗、低污染为基础的“低碳经济”成为全球热点，继农业文明、工业文明之后的“生态文明”成为社会所推崇的文明形态。如何改善环境、保护生态、节约资源已成为生态文明建设道路上亟须解决的问题。

“数字环保”概念来自于“数字地球”。“数字地球”是美国前副总统戈尔于 1998 年 1 月在加利福尼亚科学中心开幕典礼上发表的题为“数字地球——新世纪人类星球之认识”演说时，提出的一个与 GIS、网络、虚拟现实等高新技术密切相关的概念。“数字环保”是“数字地球”在资源和环境管理、社会可持续发展中的应用，其出现使分散、局域性的环境问题的解决更趋于系统性、整体性、有效性和协调性，为资源和环境管理提供了一种强有力的技术支撑手段。

《数字环保系列丛书》作为国内首套系统阐述数字环保的丛书，正契合我国当前环境管理的需要，对指导我国环境信息化建设有着十分重要的现实意义。该丛书集合了中国科学院遥感应用研究所、北京师范大学、中科宇图天下科技有限公司多年来在数字环保领域的研究和实践成果，涵盖数字环保理论与应用实践的各方面内容。该丛书的主要作者都是数字环保相关领域的专家，他们不论是在研究成果还是在实践经验方面都有丰富的积累。我相信该丛书会对环境管理者和数字环保建设者有很强的吸引力，对数字环保建设具有重要的参考价值。

我国的数字环保之路刚刚起步，之后的建设还任重道远！今后还需要不断提高数字环保的理论研究和数据挖掘能力、加强行业应用深度。只有在理论研究与实践中不断创新，数字环保才能在我国环境保护中发挥更大的作用。

金莹明

2009 年 12 月

前 言

21 世纪是一个信息化全面推进的时代。随着环境问题的日益突出和全球化,信息技术在环境保护中应用的必要性和迫切性正在广泛地被世界各国所认识。随着数字环保的发展,它已不仅仅是一个新技术概念或时髦的口号,而是正以迅猛的势头将各种高科技手段应用于环境保护管理工作和研究中,使各种环保工作变得省人、省时、省力,给环保工作带来了一场意义深远的技术革命。

我国是发展中国家,正处在经济高速发展时期,环境问题日渐突出,空气污染、水污染、水土流失、物种减少、地下水位下降、海洋污染等问题逐渐受到国际社会的关注。面对不断恶化的生态与环境,传统的监测、研究与办公手段已远不能满足环境管理与研究的需要。正因为如此,在 1998 年戈尔提出“数字地球”概念后,“数字环保”很快在国内得到环境保护专家、学者和管理者的关注,特别是 2005 年“松花江污染事件”之后,国务院于 2005 年 12 月 3 日发布了《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(国发〔2005〕39 号),提出:“要完善环境监测网络,建设‘金环工程’,实现‘数字环保’,加快环境与核安全信息系统建设,实行信息资源共享机制。”这对数字环保的快速发展给予了很好的政策支持。数字环保本身就是一个政府主导型产业,在得到政府的大力支持后,其在国内得到了迅速发展。

近几年,数字环保被广泛应用于环境质量监测、污染源监控、总量减排、环境影响评价、生态环境变化研究等方面,环境网络的不断完善、政府门户网站的建设也给环境信息的传播与共享作出了重大贡献。环保本身涉及面广,数字环保更是一个涵盖广泛而复杂的系统工程。目前,我国的数字环保建设多集中在实践层面,取得了一定成绩,但同时也存在一些问题。随着国家对数字环保需求的日渐强烈,迫切需要加深数字环保的行业应用,培养数字环保人才。考虑到我国至今还没有一本系统介绍数字环保理论、方法、技术与应用的书籍,我们在总结相关研究的基础上,结合多年来的数字环保建设经验编写本书,希望能够抛砖引玉,推动数字环保的系统研究和建设。

数字环保的概念内涵很广,它包括如何界定和选择数字环保建设内容,采用何种步骤和方法开展数字环保建设,如何进行数字环保建设管理,如何评价和维护数字环保的建设成果等问题。由于受到地域环境、经济发展水平、组织协调能

力、领导重视程度等方面因素影响,以及由于数字环保本身的应用性、复杂性、综合性等特点,所以很难以一本书的内容来对数字环保体系加以概括,因此,我们在对数字环保进行系统总结分析的基础上,决定以《数字环保系列丛书》来系统阐述数字环保体系。

本书作为《数字环保系列丛书》之一,是国内第一本理论结合实践、系统介绍数字环保的图书。本书偏重于对数字环保内容体系的介绍,较少涉及建设管理、评价维护、建设方法等方面的内容。全书共分为十章,分别介绍了数字环保的理论基础、技术体系、网络硬件、支撑平台、数据中心、综合业务、监测与监控、应急指挥体系和典型案例等数字环保理论、技术以及应用实践内容。

本书由中科宇图天下科技有限公司、中科宇图资源环境科学研究院、北京师范大学、遥感科学国家重点实验室、中国科学院遥感应用研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、中国水利水电科学研究院、中国环境科学研究院等多家单位的专家共同编著。本书在编著过程中还得到了北京高技术创业服务中心的经费资助。在此,对编著和出版本书作出过贡献以及表示关心的所有人员致以衷心感谢。

由于数字环保还是一个新的学科领域,涉及的专业领域很广,更兼编著工作匆促,所以本书可能有很多不足之处,欢迎批评指正。

作者

2009 年 11 月

目 录

序

前言

第一章 数字环保的基本理论	1
第一节 数字环保的基本概念	1
一、数字环保的定义	1
二、数字环保的意义	2
第二节 数字环保的发展	4
一、数字环保的产生背景	4
二、数字环保的国内发展现状	4
第三节 数字环保的理论基础	6
一、环境信息系统理论	6
二、生态系统理论	9
三、可持续发展理论	11
第四节 数字环保的构成体系	13
一、数字环保的研究内容及体系架构	13
二、数字环保的关键技术	17
三、数字环保标准规范	19
四、数字环保网络建设	20
五、数字环保的支撑平台	21
六、环境数据中心	22
七、环保综合业务	22
八、环保监测与监控	23
九、环境应急指挥	23
第二章 数字环保的关键技术	24
第一节 传感器技术	24
一、传感器概述	24

二、传感器组成	24
三、传感器技术在数字环保中的应用	25
第二节 数字视频技术	26
一、数字视频技术概述	26
二、数字视频技术在数字环保中的应用	27
第三节 遥感技术	29
一、遥感概述	29
二、遥感系统组成	30
三、遥感技术在数字环保中的应用	30
第四节 地理信息系统技术	33
一、GIS 概述	33
二、GIS 系统组成	34
三、GIS 技术在数字环保中的应用	34
第五节 全球定位技术	36
一、GPS 概述	36
二、GPS 系统组成	37
三、GPS 技术在数字环保中的应用	37
第六节 计算机网络技术	38
一、计算机网络概述	38
二、计算机网络组成	38
三、计算机网络在数字环保中的应用	39
第七节 数字通信技术	40
一、数字通信概述	40
二、数字通信系统组成	40
三、数字通信系统在数字环保中的应用	41
第八节 信息安全技术	42
一、信息安全技术概述	42
二、信息安全技术组成	42
三、信息安全技术在数字环保中的应用	43
第九节 数据交换技术	44
一、数据交换技术概述	44
二、数据交换技术组成	45

三、数据交换技术在数字环保中的应用	46
第十节 数据存储技术	46
一、数据存储技术概述	46
二、数据存储技术在数字环保中的应用	47
第十一节 数据备份技术	48
一、数据备份技术概述	48
二、数据备份技术在数字环保中的应用	49
第十二节 数据库管理技术	50
一、数据库管理概述	50
二、数据库管理系统构成	50
三、数据库管理系统在数字环保中的应用	51
第十三节 软件开发与测试技术	51
一、软件开发与测试概述	51
二、软件开发方法	52
三、软件测试的方法及步骤	53
四、软件开发与测试在数字环保中的应用	54
第十四节 三维建模技术	54
一、三维建模技术概述	54
二、三维信息获取	55
三、三维建模技术在数字环保中的应用	56
第十五节 环境空间分析模型技术	57
一、环境空间分析模型定义及分类	57
二、环境空间分析模型构建模式	58
三、环境空间分析模型在数字环保中的应用	58
第三章 支撑数字环保的标准规范	61
第一节 标准体系	61
第二节 法律	62
第三节 行政法规	63
第四节 规范性文件	64
第五节 环境保护标准	70
一、水环境保护标准	71
二、大气环境保护标准	78

三、环境噪声与振动标准	85
四、土壤环境保护标准	86
五、固体废物与化学品环境污染控制标准	87
六、核辐射与电磁辐射环境保护标准	90
七、生态环境保护标准	93
八、其他环境保护标准	93
第六节 信息化标准规范	95
第四章 数字环保网络建设	100
第一节 网络基础知识	100
一、网络概念	100
二、网络分类	100
第二节 数字环保网络建设	102
一、数字环保网络整体架构	102
二、数字环保各种子网建设	102
三、数字环保网络基本构成	105
第三节 数字环保网络安全	125
一、数字环保网络安全概述	125
二、数字环保网络安全分析	126
三、数字环保网络安全的解决方案	129
四、网络安全案例	136
第五章 数字环保支撑平台	138
第一节 常用数据库平台	138
一、数据库概述	138
二、常用关系型数据库	139
三、SQL Server、Oracle 数据库特点比较	140
第二节 常用 GIS 平台	141
一、GIS 平台概述	141
二、常用 GIS 平台介绍	143
第三节 MIS 系统及其关键技术	146
一、MIS 系统	146
二、系统平台模式	146
三、系统架构	148

第四节 数据仓库与商业智能	149
一、数据仓库与商业智能工具	150
二、Oracle 商业智能应用技术	150
第六章 环境数据中心	153
第一节 环境数据中心概述	153
第二节 环境数据中心建设需求分析	154
第三节 环境数据中心总体架构	154
第四节 数据标准体系	158
一、环境数据中心标准参考模型	158
二、环境数据中心标准体系	159
第五节 环境数据中心建设	159
一、环境数据库建设	159
二、环境数据汇集与整合	162
三、环境数据应用平台建设	166
四、环境数据服务接口	167
第六节 数据安全	169
一、数据备份管理	169
二、数据恢复管理	170
第七章 环保综合管理业务	171
第一节 环保综合管理业务应用信息化体系概述	171
一、环保综合管理业务应用信息化体系	171
二、环保综合管理业务信息化在数字环保中的作用	171
第二节 环境业务综合办公系统	172
一、系统概述	172
二、建设目标	172
三、系统功能	173
第三节 放射源管理系统	178
一、系统概述	178
二、建设目标	178
三、系统功能	179
第四节 污染源普查数据综合应用系统	181
一、系统概述	181

二、建设目标	181
三、系统功能	182
第五节 总量减排管理系统	185
一、系统概述	185
二、建设目标	185
三、系统功能	186
第六节 农业面源污染与评价系统	189
一、系统概述	189
二、建设目标	189
三、系统功能	190
第七节 环境监察与移动执法管理系统	192
一、系统概述	192
二、建设目标	193
三、系统功能	193
第八节 环境地理信息系统	195
一、系统概述	195
二、建设目标	196
三、系统功能	196
第八章 环保监测与监控	201
第一节 环境在线监控体系概述	201
一、体系简介	201
二、体系架构	201
三、环境在线监控体系在环境保护中的作用	203
第二节 环境在线监控体系总体设计	204
一、系统结构	204
二、监控中心	204
三、传输网络	205
四、数据采集仪	205
第三节 在线监测系统	208
一、水质自动监测系统	208
二、城市大气环境质量在线监测	211
三、废水排放自动监控系统	213

四、废气排放自动监控系统	221
五、放射源自动监控系统	229
六、声环境质量监控	231
七、黑度监控系统	233
第九章 环境应急监控指挥体系	238
第一节 体系概述	238
一、背景简介	238
二、突发性环境污染事故防范与应急体系	239
三、环境应急监控指挥体系总体设计	241
第二节 环境应急体系基础设施建设	244
一、日常防范监控能力建设	244
二、环境应急监测能力建设	244
三、环境应急监控指挥中心建设	246
第三节 环境应急指挥信息管理与共享平台建设	246
一、环境应急数据库建设及维护	246
二、环境应急数据交换能力建设	253
第四节 环境应急指挥决策支持系统	255
一、监控集成管理子系统	255
二、应急准备管理子系统	258
三、应急指挥管理子系统	258
四、应急决策支持子系统	263
五、应急总结与评估管理子系统	264
第十章 数字环保典型案例	266
第一节 案例一：洛阳市环境自动监控中心	266
一、项目概述	266
二、项目特点	266
三、软件建设内容	266
四、系统集成效果	268
第二节 案例二：焦作放射源监控管理系统	269
一、引言	269
二、系统结构	270
三、系统功能	270

四、系统效益	275
第三节 案例三：南通环境管理综合信息平台软件系统	275
一、概述	275
二、设计重点	276
三、系统特色	276
四、系统功能	281
第四节 案例四：江西污染源普查和总量减排综合管理系统	283
一、系统概述	283
二、建设目标	283
三、总体设计	284
四、系统功能	286
第五节 案例五：承德市环境应急指挥中心	290
一、项目概述	290
二、工程特色	290
三、软件系统	291
四、硬件集成	293
主要参考文献	294

第一章 数字环保的基本理论

第一节 数字环保的基本概念

一、数字环保的定义

数字环保是在近年来快速发展起来的数字地球、地理信息系统、遥感、全球定位系统等技术基础上衍生的概念。自这一概念诞生以来,有很多专家学者和管理者对其进行过定义。

2002年,张宝春、琚鸿在其发表于《广州环境科学》的题为《“数字环保”体系及战略意义探讨》的文章中将数字环保定义为:“数字环保就是利用数字技术、信息技术和虚拟现实技术手段,对环保的数据要求和业务要求进行深入的挖掘和整理,实现对环保业务的严密整合和深度支持,从而最大程度地提高环保信息化水平、监管执法水平、工作协同水平和创新水平,使环境信息系统空间化、感性化,使环保工作科学化、规范化、公众化的一项系统工程。”

2002年,富雪非、李刚在其发表于《北方环境》的题为《推进环境信息化建设数字环保——哈尔滨市环境信息化工作构想》的文章中将数字环保定义为“对环境状态信息、环境管理信息和环境目标信息的量化描述”。

2005年,王雁耕、林宣雄在其发表于《环境保护》的题为《“数字环保”工程实施方法研究》的文章中将数字环保定义为“环境保护的活动信息化”,将数字环保工程定义为“利用数字地球技术实现数字环保的过程”。

随着业务应用的不断加深,人们对数字环保的理解也不断加深,但同时疑惑也不断增加:数字环保与环境信息化究竟有什么区别?数字环保到底是一个目标还是一个过程?通过比较以上定义我们可以看出,其实业内对这些问题的理解并不统一,人们更多的时候是将数字环保与环境信息化混为一谈。

2007年12月29日发布的《环境信息术语》(HJ/T416—2007)中对数字环保和环境信息化作了一定的区分,对数字环保的定义是“采用数字化手段整体性地解决环境问题并最大限度地利用信息资源”,对环境信息化的定义是“在环境保护工作中推动信息技术应用和依托信息技术推动环境信息资源的传播、整合和再创造的过程”。其中明确了环境信息化概念,但是对两者之间的关系却并没有

明确，而且对数字环保的定义也有些狭隘。

源自数字地球概念的数字环保经过多年的发展，其概念已远不只是简单地对环境信息的量化描述、管理和利用。如今的数字环保含义既包含利用信息技术使环境管理与研究等活动实现数字化、网络化、自动化与智能化的目标，也包含实现这个过程。简单地讲，数字环保就是信息技术在环境保护中的应用。应该说环境信息化是推动数字环保的过程，但同时数字环保也是环境信息化的结果。针对环保工作的现状和要求，数字环保对环保的数据和业务进行挖掘和整理，利用先进的信息技术和手段，实现对环保业务的深度支持和信息的安全共享，最大限度地提高中国环境信息化水平和环保业务水平。

数字环保具体体现在，将各种信息技术融进环境保护，为环境管理、研究等相关工作提供各种信息化便利。例如，环境监察人员足不出户便可以了解污染源排放的详细情况，并在线对排污事件进行相关处理；可形成县—市—省—国家，乃至全球的信息共享、污染控制或决策支持系统，如我国的重点污染源管理、污染物排放及总量减排、环保办公自动化系统等；环境监测机构可实时获取大气、水、辐射环境等各种监测数据；环境管理机构可实现“视频会议”、“无纸作业”、“网上沟通”；监测者、操作者和决策者可同时在数字化多维图像里，用声控或其他感应交互工具，直接调用、分析数据，用模型模拟事态发展，监控环境的动态变化，制定优化的环境治理方案；生态专家可利用数字技术模拟环境变化对濒危物种的影响，并制定保护生物多样性的有效措施；学者们还可利用数字环保开展其他学术研究，包括了解人类和环境之间的相互依赖关系等。

二、数字环保的意义

（一）数字环保是科技环保的要求

改革开放以来，我国每一个“五年计划”的经济指标都能超额完成，唯独环保指标折扣不断。究其原因，环保机制不健全、监管能力薄弱、污染治理水平不高这些问题都值得我们关注。要解决这些问题，加强科技环保能力建设是实现环保跨越式发展的根本出路，而数字环保是科技环保的重要组成部分。

数字环保的出现将使分散的、局域性环境保护研究及管理趋于整体性与系统性，将为环境保护事业的发展提供科技平台，为环保提供“科技血液”，成为我国环保发展新的动力。

（二）有助于提高环保部门的业务水平

首先，数字环保有助于规范环保业务的基础数据和基本业务，实现环保业务

和环保数据的有效管理,减轻环保工作所面临的科学化、规范化、公众化的发展压力。

其次,数字环保有助于实现环保部门业务的有效分解和整合,实现业务部门间的全面协作。不同层次、水平的数字环保建设将实现部门内信息共享,环保部门间行业信息共享,与农林、建设、规划部门间的信息共享,环保部门与公众信息间的信息共享,促进部门沟通及信息共享,提高办公效率。

再次,数字环保有助于提高环保部门的办公效率,降低业务运行成本。环保自动化办公将促进环保部门对业务的深入梳理,精简及规范办公流程,信息化及网络化办公将大大降低环保的监督成本以及业务运行成本。

最后,数字环保有助于提高环保部门的决策准确性。数字环保支撑下的专家互动,模型模拟,知识库、案例库的支持,将大大提高从业务人员至领导的决策水平,提高环保部门的威信。

(三) 实现环境信息的系统化管理

环境研究与环保工作涵盖十分广泛,环境信息浩如烟海,大到全球气候变化,小到各种污染因子。土地、水、气、声、辐射、企业、法律规范、矿产、海洋等各种信息看似毫无关系却又相互联系,形成有机的环境信息体系。但是,如何将这此信息系统管理,以便快速、有效地利用,是信息时代环保工作、研究必须面临且亟须解决的问题。

目前最普遍、最实用的方法就是将信息加工成数据库,建立环境相关的数据库系统,进而形成环境数据中心,统一管理一定范围内所有相关的环境信息。数据库技术的出现和发展使环境信息能够有序存储,随时调用,快速共享,并进一步整合、挖掘,极大地促进了环保工作成效和环境科研能力。

(四) 促进政府机构改革和工作方式革新

正如数字环保研究的内容体系所提到的,数字环保的实施以环保政府部门为主导单位,涉及多部门、多行业。如此复杂的系统工程,充分考验政府的综合协调能力。

数字环保实现自动化、网络化管理和调控,实现信息系统支持下的环境管理决策、环境数据共享和环保业务创新,提高环保工作协同水平、监管执法水平、工作效率和管理成效,必将推动政府人员的结构调整和机构改革,从而促进政府工作方式的革新。