



■ 遥感诊断系列专著

环境健康遥感诊断系统

Systems on Diagnosis of Environmental
Health by Remote Sensing

曹春香 徐 敏 陆诗雷 / 著
陈 伟 尹 航

非
外
借



科学出版社

■ 遥感诊断系列专著

环境健康遥感诊断系统

Systems on Diagnosis of Environmental
Health by Remote Sensing

曹春香 徐 敏 陆诗雷 / 著
陈 伟 尹 航



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是“遥感诊断系列专著”的第四部。全书共分为8章。第1章回顾环境健康遥感诊断的基本概念及其理念的落地思路,介绍环境健康遥感诊断系统的主要组成部分。第2章为环境健康遥感诊断系统的相关技术理论,包括环境健康遥感诊断相关技术、海量数据组织技术、环境健康数据共享技术等。第3章为环境健康遥感诊断数据框架及标准。第4章是环境健康遥感诊断系统计算平台的设计及信息可视化方法。第5、6、7章分别以全球定量遥感专题产品生产系统、环境综合评价技术系统、传染病多维可视化预测预警系统为例,详细介绍环境健康遥感诊断系统的案例应用。第8章对环境健康遥感诊断系统的研究方法、设计方案、应用等进行了总结及展望。

本书可供地理信息系统、定量遥感、环境健康、生态安全、公共卫生等交叉学科领域的科研人员参考阅读,也可作为高等院校遥感类与环境学科类专业本科生及研究生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境健康遥感诊断系统/曹春香等著. —北京:科学出版社, 2018.11
(遥感诊断系列专著)

ISBN 978-7-03-059369-6

I. ①环… II. ①曹… III. ①环境遥感 IV. ①X87

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 251626 号

责任编辑:彭胜潮 赵 晶/责任校对:樊雅琼

责任印制:肖 兴/封面设计:黄华斌

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年11月第一次印刷 印张:14 1/4

字数:320 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

环境健康问题一直是各国政府和科学家关注的首要问题之一。尽管 21 世纪以来，各个国家采取了一系列面向环境监测及改善环境的措施，但收效甚微。面对日益恶化的环境问题，中国科学院遥感与数字地球研究所曹春香研究员所带领的团队提出了“环境健康”的概念，把对待环境问题提到像对待人类健康问题一样的重视高度。

当前，虽然随着系列专著《环境健康遥感诊断》《环境健康遥感诊断指标体系》《环境健康遥感诊断关键技术》的出版，读者对“环境健康遥感诊断”的概念、理论框架、指标体系和关键技术等都有了基本的认知，但是围绕环境健康遥感诊断的一系列关键技术如何转化成为生产力，如何为社会经济可持续发展作贡献，还需要通过实现业务化系统的运行，才有可能适时满足国家环境安全和生态健康等工作的实际需求，因此，研发环境健康遥感诊断业务化运行系统势在必行。

曹春香研究员在日本获得博士学位后，全身心地投入祖国建设；在短短十余年就建立了一支敢于拼搏的环境健康遥感诊断研究队伍，并在该学科发表 SCI 论文 100 余篇，主持或参与了国家重大专项、973、863、国防科工局预研、中国科学院重点部署项目、行业专项等项目。她带领项目承担人员一起研发的“典型脆弱区生态环境遥感综合评价系统”已在青海省生态环境遥感监测中心部署运行；研发的“全球生态环境遥感监测与诊断专题产品生产体系”也已部署在国家环保部门支撑业务化试运行，并为全球环境健康遥感诊断提供了 20 种生态环境专题产品。

环境健康遥感诊断系统是基于天空地多源遥感卫星数据和主被动协同反演、数据同化及数据融合三大关键技术的综合性应用系统，它以多尺度生态环境定量遥感专题产品模型与标准化生产技术规范为基础，结合遥感数据处理系统、遥感产品生产系统、数据管理系统、地理信息系统、专家系统等行业管理与应用系统的特点，集环境健康遥感共性产品生产、技术指标分析、产品可视化于一体，可广泛应用于全球、全国、区域等多尺度森林、农田、湿地等生态系统的环境健康诊断，并能为国家制定环境评价、污染治理、灾害监测、应急响应等环保决策提供及时、准确、有效的科学支撑。

在此，我非常高兴地向读者推荐《环境健康遥感诊断系统》这本专著，希望该书能够为从事环境、健康、遥感和软件开发等研究工作的读者提供帮助。衷心祝贺这本凝聚着曹春香研究员创建的首支“环境健康遥感诊断”优秀团队成果的专著早日问世，同时期待后续环境健康遥感诊断系列专著的出版。

中国科学院院士
中国工程院院士



2016年11月6日

前 言

《环境健康遥感诊断系统》是继《环境健康遥感诊断》《环境健康遥感诊断指标体系》和《环境健康遥感诊断关键技术》之后“遥感诊断系列专著”的第四部。本书主要依据第一部提出的环境健康遥感诊断理论框架,按照第二部的指标体系生成系统后,选择了一些全球或区域尺度代表性案例,将环境健康遥感诊断的阈值化指标参数或产品面向国民经济市场服务于社会。

全书共8章。第1章为环境健康遥感诊断系统概念的提出,沿着环境健康遥感诊断的基本概念及其理念的落地思路,介绍环境健康遥感诊断系统的主要组成部分。第2章为构建环境健康遥感诊断系统的相关技术理论,包括环境健康遥感监测与评价技术、海量数据组织和管理技术、环境健康数据共享技术等。第3章为环境健康遥感诊断数据框架及标准,介绍数据框架的元数据集、基础地理数据集、社会经济数据集、环境监测数据集、遥感数据集、知识库数据集等数据的特点和管理方法,以及环境健康遥感诊断规范的构建原则、规范的编制依据、制定规范的技术路线和规范中数据分类体系的具体描述。第4章是环境健康遥感诊断系统计算平台及信息可视化方法,详细介绍现有的计算平台的数据间协同方法、性能需求和计算方法,并介绍环境健康遥感诊断系统可视化的基本方法。第5~7章分别以全球定量遥感专题产品生产系统、生态环境综合评价技术系统、传染病多维可视化与预测预警系统为例,详细介绍环境健康遥感诊断系统的案例应用。第8章对环境健康遥感诊断系统的研究方法、设计方案、应用等进行了总结及展望。

从构思本书直到终稿提交,在内容讨论、拟定提纲、资料收集整理及文字修订等方面,由曹春香研究员带领徐敏、陆诗雷、陈伟、尹航负责完成,同时对倪希亮、Zamani、Barjeece、包姗宁、刘明博、杨天宇、江厚志、吴春莹、张敏、谢波、林晓娟、黄志彬、陈逸雨、王凯民等在资料收集、数据处理、章节框架讨论等方面给予的帮助表示感谢!感谢863重大项目“典型应用领域全球定量遥感产品生产体系”课题组张煜星、庞治国、蒙继华、何彬彬、杨日红、王雪军、刘佳、申茜、刘清旺、高彦华、杨杭、付长亮、付俊娥等为本书提供的素材资料,在此也向指导与关注本书撰写的领导与亲朋好友致以诚挚的谢意!对为本书作序的李德仁院士致以崇高的敬意和真挚的感谢。

本书的出版得到科学技术部863重大项目“星机地综合定量遥感系统与应用示范”中“典型应用领域全球定量遥感产品生产体系”课题(No. 2013AA12A302)、林业公益性行业科研专项“树流感爆发风险遥感诊断与预警研究”(No. 201504323)项目的资助,谨此一并致谢!

鉴于作者水平和时间所限,书中可能会存在一些不妥乃至疏漏之处,恳望读者不吝批评指正!

目 录

序	
前言	
第1章 绪论	1
1.1 环境健康遥感诊断系统构建	1
1.2 环境健康遥感诊断系统的组成	3
1.2.1 系统总体框架	3
1.2.2 数据生产分系统	5
1.2.3 数据管理分系统	6
1.2.4 诊断预警分系统	7
1.2.5 可视化分系统	8
1.3 小结	8
参考文献	8
第2章 环境健康遥感诊断系统构建关键技术	9
2.1 环境健康遥感监测与评价技术	9
2.1.1 环境变化遥感监测	9
2.1.2 环境健康评价与诊断	10
2.2 海量数据组织和管理技术	12
2.2.1 遥感影像和数字高程数据组织和管理	12
2.2.2 其他类型数据组织和存储	17
2.2.3 典型软件数据组织和管理	18
2.3 环境健康数据共享技术	20
2.3.1 环境健康相关数据的共享研究现状	20
2.3.2 环境健康数据共享框架	21
2.3.3 环境健康遥感诊断数据共享云服务	22
2.3.4 环境健康遥感诊断数据存储	24
2.4 小结	26
参考文献	26
第3章 环境健康遥感诊断数据框架及标准	28
3.1 环境健康遥感诊断数据框架	28
3.1.1 元数据集	29
3.1.2 基础地理数据集	30
3.1.3 社会经济数据集	33

3.1.4 环境监测数据集	34
3.1.5 遥感数据集	34
3.1.6 知识库数据集	36
3.2 环境健康遥感诊断数据标准与规范	36
3.2.1 数据标准规范构建原则	37
3.2.2 数据标准规范编制的依据	37
3.2.3 环境健康遥感诊断数据分类体系	40
3.2.4 环境健康遥感诊断数据分类和编码	42
3.3 小结	42
参考文献	43
第4章 环境健康遥感诊断系统计算平台及信息可视化方法	44
4.1 计算平台体系结构	44
4.1.1 集群计算平台	44
4.1.2 超级计算机平台	46
4.1.3 网格计算平台	48
4.1.4 云计算平台	52
4.2 计算平台与数据间协同方法	55
4.2.1 细粒度的数据划分	55
4.2.2 并行文件系统	55
4.2.3 数据集成	56
4.2.4 数据网格	57
4.2.5 云存储	59
4.3 环境健康遥感诊断信息可视化	60
4.3.1 信息可视化概述	60
4.3.2 信息可视化方法	63
4.3.3 环境健康遥感诊断信息可视化探索	64
4.4 小结	66
参考文献	66
第5章 全球定量遥感专题产品生产系统	67
5.1 定量遥感专题产品生产系统概述	67
5.1.1 系统研制背景	67
5.1.2 系统组成	68
5.2 全球森林生物量和碳储量定量遥感专题产品生产系统	69
5.2.1 业务流程	69
5.2.2 系统技术架构	69
5.2.3 软件功能结构	71
5.2.4 控制流程	74

5.2.5 数据流程	74
5.2.6 数据库结构	74
5.2.7 部署结构	76
5.2.8 系统运行界面	77
5.3 全球农业定量遥感专题产品生产系统	81
5.3.1 系统技术架构	81
5.3.2 系统运行模式	82
5.3.3 流程设计	83
5.3.4 系统功能模块	85
5.3.5 系统环境	96
5.4 全球巨型成矿带重要矿产资源和能源遥感探测与评价系统	98
5.4.1 系统构架	98
5.4.2 业务流程	100
5.4.3 功能结构	100
5.4.4 系统界面	103
5.5 区域河流定量遥感专题产品生产系统	115
5.5.1 区域河流水文模拟专题产品生产系统	115
5.5.2 区域河流灾害遥感监测专题产品生产系统	124
5.6 全球生态环境遥感监测与诊断专题产品生产系统	131
5.6.1 整体技术架构	131
5.6.2 功能模块	134
5.6.3 数据库设计	150
5.6.4 系统界面	153
5.7 小结	157
参考文献	157
第6章 环境综合评价技术系统	159
6.1 系统概述	159
6.1.1 设计原则	159
6.1.2 系统组成	159
6.1.3 系统功能结构	160
6.2 生态环境评价数据资源管理系统	161
6.2.1 系统功能	161
6.2.2 数据设计	163
6.2.3 系统部署与配置	165
6.2.4 系统界面	166
6.3 多源数据融合系统	168
6.3.1 系统功能	168

6.3.2	接口设计	169
6.3.3	系统运行环境	169
6.3.4	系统界面	170
6.4	数据同化系统	173
6.4.1	系统功能	174
6.4.2	架构设计	174
6.4.3	开发环境	175
6.4.4	系统界面	176
6.5	环境评价因子综合反演系统	179
6.5.1	系统功能	179
6.5.2	架构设计	180
6.5.3	接口设计	181
6.5.4	系统界面	181
6.6	环境综合评价技术应用系统	184
6.6.1	系统功能	185
6.6.2	安全设计	186
6.6.3	业务流程	186
6.6.4	系统界面	187
6.7	小结	191
	参考文献	191
第7章	传染病多维可视化与预测预警系统	192
7.1	系统概述	192
7.1.1	建设背景	192
7.1.2	系统模式	193
7.2	系统设计	194
7.2.1	功能模块设计	194
7.2.2	数据库设计	196
7.2.3	架构设计	197
7.3	开发工具与软硬件环境	198
7.3.1	开发工具	198
7.3.2	软硬件环境	199
7.4	系统界面	200
7.4.1	主界面	200
7.4.2	图层控制与操作	201
7.4.3	病例查询与编辑	201
7.4.4	社会与环境要素查询	202
7.4.5	传染病统计与分析	206

7.4.6 传染病预测与预警	209
7.5 小结	212
参考文献	212
第8章 总结与展望	213
8.1 总结	213
8.2 展望	214

第1章 绪 论

环境污染和生态环境破坏对我国国民经济和社会可持续发展构成了严重威胁。面对日益严峻的环境形势，我国的环境监测手段还基本停留在常规阶段，不能满足对环境变化进行高时效监测与评价的需求，环境健康遥感诊断的提出及其指标体系的完善和关键技术的发展，给环境健康监测和评价工作带来了新的技术手段和思维方法。环境健康遥感诊断系统是环境健康遥感诊断概念、理论体系和关键技术的载体，也是环境健康遥感诊断学科服务于民的具体实施系统，具有广泛的应用领域与发展前景。同时，作为一项复杂的系统工程，其研发技术含量高，需要解决的难点问题多，面向业务化运行需要通过大量的应用实践提高诊断系统的能力。

1.1 环境健康遥感诊断系统构建

环境健康遥感诊断系统构建定会引起世界各国科学家的响应和共鸣，如何利用先进的环境健康遥感诊断技术更全面地监测和诊断我们的生存环境，实现从环境数据获取、动态监测，到对健康早期预警、定量诊断等，是我们构建环境健康遥感诊断系统的基本出发点。

1. 环境健康遥感诊断的概念

环境健康遥感诊断的提出，把环境健康与遥感技术有机地结合到一起。利用遥感技术，在实现对影响环境健康因子宏观把握的基础上对环境健康进行综合评价，会对传统的环境健康评价技术产生根本性影响，推动环境健康研究从定性到定量、从静态到动态、从简单描述到综合评价、从单一尺度到多维尺度的发展。从《环境健康遥感诊断》《环境健康遥感诊断指标体系》《环境健康遥感诊断关键技术》到《环境健康遥感诊断系统》，在很大程度上改变了环境健康研究的方法，为环境健康研究提供了极为有效的评判理论工具。

2013年出版的《环境健康遥感诊断》从人类健康的角度提出了“环境健康”的概念，把对待环境问题提到像对待人类健康问题一样的重视高度。实践也证明，人类健康与环境健康是部分与整体的关系，是一个和谐共生的关系。人类的健康问题，我们可以到医院看医生，医院里通过各种现代化的设备对人类健康状况进行判断，这个过程称为“健康诊断”。那么环境健康问题该如何去把握、判断，使用什么方法，如何为解决环境问题提供一个迅捷、可靠、经济的判断依据，笔者率先提出了“环境健康遥感诊断”的理论框架。

2017年出版的《环境健康遥感诊断指标体系》基于确立的环境健康遥感诊断指标体

系的基础框架,进一步诠释了环境健康的概念,深入具体地描述了指标体系的构建方法,并给出了丰富的实例论证。本书系统地概述了国内外环境健康遥感诊断指标体系的研究现状,从诊断对象及单元的确定、诊断概念模型的选择、指标因子筛选的原则与方法、指标标准化和权重计算及综合模型的选择等方面,阐述了环境健康遥感诊断指标体系构建方法,并详述了中国“树流感”暴发风险遥感诊断、若尔盖和青海湖及黄河三角洲湿地环境健康遥感诊断、北京市大气环境健康遥感诊断、中国典型传染病暴发风险遥感诊断及青海乐都人居环境健康遥感诊断 5 个典型领域的环境健康遥感诊断指标体系的应用案例。

2017 年出版的《环境健康遥感诊断关键技术》基于当前遥感科学最新技术,对能直接用于“环境健康遥感诊断”的主要遥感信息提取的关键技术和方法及针对相关环境要素遥感反演关键技术等进行了科学描述。本书基于《环境健康遥感诊断》的理念,依照《环境健康遥感诊断指标体系》的框架思路,有针对性地详细介绍环境健康遥感诊断的共性技术和具体技术的实施方法,进而提出针对不同尺度下如何快速实现定量化环境健康遥感诊断的方法。

环境健康遥感诊断基本概念、指标体系、关键技术的发展,为环境健康遥感诊断系统的构架提供了强有力的理论支撑与技术保障。

2. 环境健康遥感诊断系统简介

环境健康遥感诊断系统是用于生产、存储、分析以遥感为主要手段获取的环境健康数据,并基于这些数据进行面向生态环境敏感区的环境健康遥感诊断、预测、预警的计算机系统。该系统结合了遥感数据处理系统、遥感产品生产系统、数据管理系统、地理信息系统、专家系统等行业管理与应用系统的特点,是一个面向环境健康领域的数据生产、分析、模拟、可视化的综合性应用系统。该系统可广泛应用于全球范围内林区、草地、农田、矿区、水体等遥感技术可达区域的环境健康监测、评估、诊断,为国家制定环境评价、污染治理、灾害监测、应急响应等环保决策提供及时、准确、有效的科学支撑。

在针对全球不同区域生态环境健康遥感诊断的差异性与复杂性的分析,以及多尺度环境健康遥感诊断模型与标准化技术流程等研究的基础上,对环境健康遥感诊断的各流程进行系统分析,结合现有开发平台及其实现能力,充分考虑系统长远建设的目标,进行系统架构分析;顶层采用面向用户的系统功能模块设计方式,底层采用数据库分层管理的方式进行设计;利用现有面向对象和组件式系统开发平台,采用 C/S 和 B/S 共存模式及环境健康遥感诊断快速可视化技术来实现该系统的研建。通过快速建立系统的原型和用户进行系统需求和界面设计的交流,使软件需求更明确;在此基础上,通过采用适合面向对象开发方法特点的基于复用的应用生存期模型进行软件产品开发过程的管理,即将面向对象的开发过程分为分析(包括论域分析和应用分析)、系统设计(顶层设计)、类的设计、编码实例建立、组装测试、维护 6 个阶段,逐步实施并对各个阶段进行严格控制和质量保证,将可变的业务逻辑等独立开发为组件,可以达到很好的重用性,以适应日后需求的变更和系统的发展。

系统中环境健康遥感诊断指标的计算与分析基于 MapReduce 分布式计算模型,通过把对遥感数据及共性产品数据集的大规模操作分发给网络上的每个节点,实现大规模计算任务的并发,并保证其稳定性,在 MapReduce 架构之上的物理基础是部署了 Hadoop 分布式计算框架的 Linux 服务器集群,以此降低硬件成本。同时,系统在构建上采用面向服务的架构(service-oriented architecture, SOA),提供可伸缩式组件框架,每个生态环境要素指数模型都可以开发为独立的运行组件,通过 SOA 框架来完成各组件在系统上的“即插即用”。

系统对于结构化的环境健康遥感诊断数据,采用 HBase 分布式关系型数据库进行存储,对于非结构化的数据,采用 HDFS 分布式文件系统存储,另外还将采用 Oracle 数据库配合 ArcSDE 管理元数据和基础地理数据。各类数据的分发、各网络节点的数据交换采用 Web Service 模式,通过 SOA 框架进行与系统中各个分系统中的交互。整体的系统结构采用 N 层体系结构和中间件技术,目的在于引入中间件,应用 N 层结构将有效地提高大型系统的可扩展性与可靠性。 N 层结构的业务逻辑层实现其他两层——客户端与服务端端的通信管理,从而可以通过对对象的动态增加、减少和变化、移动来迅速、合理地满足系统负荷分担、分布处理,进而能够很好地适应今后新业务的扩展。

1.2 环境健康遥感诊断系统的组成

环境健康遥感诊断系统由 4 个独立的分系统构成,它们分别是环境健康遥感诊断数据生产分系统、环境健康遥感诊断数据管理分系统、环境健康遥感诊断预警分系统、环境健康遥感诊断可视化分系统。这 4 个系统能够独立实现各自的功能及业务,同时通过环境健康遥感诊断系统框架这一框架结构进行数据和功能的耦合,从而实现环境健康遥感诊断的整体功能和业务。

环境健康遥感诊断系统中包含的 4 个分系统在各自的功能和业务上是相互独立的,且各自的体量也较大,所以在本书中为了简洁起见,均将其称为“分系统”,即“环境健康遥感诊断数据生产分系统”简称为“数据生产分系统”,“环境健康遥感诊断数据管理分系统”简称为“数据管理分系统”,“环境健康遥感诊断预警分系统”简称为“诊断预警分系统”,“环境健康遥感诊断可视化分系统”简称为“可视化分系统”;各系统中各关键部分称为“组件”,“组件”之下的各功能实现称为“模块”。

1.2.1 系统总体框架

环境健康遥感诊断系统所包含的 4 个业务功能独立的分系统是通过系统整体框架统一在一起的。该框架采用了基于 SOA 进行集成的方法,以有效地实现各系统互操作性和重用性,使之能独立而又相互协作地实现业务功能(张海军等, 2008)。

1. SOA 架构简介

SOA 的概念是在 1996 年由 Gartner 公司描述实施企业“V 英文”时第一次提出的。

IBM 公司给 SOA 的定义是：“SOA 是一个组件模型，它将应用程序的不同功能单元(称为服务)通过定义良好的接口和契约联系在一起。接口采用中立的方式进行定义，独立于硬件平台、操作系统及编程语言，使构建的服务可以用统一和通用的方式进行交互。”SOA 中的服务都来自于独立应用程序或者新的面向服务的应用程序，它的核心思想是服务，并通过服务间的组装形成新的服务来达到软件组件之间的松耦合，达到高度的服务可重用性。

SOA 的 3 个行为主体包括了 3 种主要的操作：

(1) 服务发布。服务提供者应用 Web 服务描述语言(web service definition language, WSDL)描述定义服务，用 UDDI(universal description, discovery and integration)进行统一描述、发现和集成，并将服务接口及其他相关的信息发布到服务注册中心。

(2) 服务查找。服务请求者使用 UDDI 在注册中心查找所需的服务。

(3) 服务绑定。服务请求者从注册中心得到相应服务注册信息后，根据服务接口找到服务提供者和服务，并使用简单对象访问协议(simple object access protocol, SOAP)对服务进行传输。

SOA 作为一种系统架构的思想体系，不是一种语言，也不是一种具体的技术，更不是一种产品，而是一种设计方法，其独立于任何特定的技术，因此，它满足企业信息系统集成的需求。目前的实现技术有 Web Service、COM、CORBA 等，由于 Web Service 具有更优的可靠性、可扩展性及开放性，因此，大多数实现的技术选用 Web Service 方式(柴晓路和梁宇奇，2003)。

2. 面向服务的集成框架

系统集成框架通过服务包装器对各分系统进行服务包装，不考虑系统功能的详细实现，再利用业务编排将服务按业务流程方式组合在一起，并将业务流程通过应用接口提供给用户。该框架在逻辑上分为 4 层，分别是数据集成层、服务层、业务层、表达层。

各层的具体描述如下。

1) 数据集成层

数据集成层为系统其他各层提供数据服务。根据 4 个分系统数据输入输出的需求，通过数据协议协商后统一向各分系统提供数据访问接口，由于环境健康遥感诊断系统的环境健康遥感诊断数据集是一个多源、异构、海量的数据集，所以该系统中采用了多种不同类型的数据库进行数据的管理，并将各个数据库接入数据服务总线(data service bus, DSB)，将其中的数据资源转化为标准 XML 的方式进行访问。各个数据库中存储管理的数据有结构化数据和非结构化数据两类，分别采取了不同的存储策略。

2) 服务层

服务层是该框架的核心层，服务包装器又是服务层的核心，它包括了基础服务库和生成服务库两部分。基础服务库是定义各个分系统的业务功能分类的集合；生成服务库是以具体的功能或业务应用对基础服务库进行实例化。系统需要实现某个业务功能时(如

环境健康相关遥感专题产品生产),从基础服务库中选取基础服务模板(遥感专题产品生产服务模板),经过按需配置后生成服务并存放在生成服务库中,形成一个个粒度大小合适的服务(具体到产品种类的遥感专题产品服务模板)。服务也可根据不同的业务功能需求将多个服务组合成一个新的服务,这种结合是一种松耦合的结合方式。

3) 业务层

业务层负责实现系统的各项业务功能,包括数据生产、环境健康监测、环境健康诊断及预警。业务层从服务注册中心查找并调用相关功能的服务,然后进行业务工作流程编排,形成一个业务工作流,并定义工作流的相关信息。当业务逻辑发生变化时,仅仅调整工作流程的编排,再调用相关的服务即可,其可以使系统灵活、快捷地适应功能需求,也充分体现出服务的重用性,提高系统业务功能的可扩展性。

4) 表达层

表达层通过人机交互界面和各种可视化功能提供应用接口,使系统的各项功能和服务以开放的形式暴露给系统用户,系统的可视化功能基于 GIS 可视化平台,提供给用户直观高效、高交互性的沉浸式交互体验。表达层提供的可视化功能包括环境灾害模拟、环境健康诊断可视化、环境健康状况变化等,未来还可以根据实际需求,通过定制可视化组件的形式进一步扩展表达层的各项功能。

1.2.2 数据生产分系统

数据生产分系统在环境健康遥感诊断系统中扮演着数据提供商的角色,主要负责采集、生产环境健康遥感诊断数据。环境健康遥感诊断数据包括环境健康相关遥感产品数据、气象数据(降水量、温度)、地面采集数据(采样点坐标、植被覆盖等),其中遥感产品数据还包括遥感共性产品数据、遥感专题产品数据。

数据生产分系统所生产的数据存储在数据管理分系统中,并通过系统服务框架为诊断预警分系统提供业务功能实现所需的数据。在系统框架的层次划分中,数据生产分系统位于业务层。

1. 数据采集

数据采集包括遥感数据采集和地面数据采集两个部分。遥感数据采集是通过各种遥感技术进行的环境健康遥感诊断相关数据的采集,一般是使用飞机或对地观测卫星上的仪器,远距离探查、测量或侦查地球(包括大气层)上各种环境要素的变化情况,获得的数据格式主要是 tiff、img 等栅格数据。系统将对所探测的遥感数据及其属性进行识别、分离和收集,以获得可进行处理的源数据。遥感数据采集所获得的数据量很大,由数据管理分系统进行存储和管理。

地面数据采集主要包括气象数据、野外地面试验数据和各种传感器监测网络数据的采集。采集的方法包括监测站点按时间序列的记录、人工野外测量、传感器自动监测等。

获得的数据格式包括文本、矢量图、数据表等。

2. 数据生产

数据生产分系统所生产的就是环境健康领域遥感专题产品,主要基于多源遥感数据产品,提取宏观生态环境要素分类信息、生物物理参数信息和地表物理参数信息的模型方法,并基于机器视觉、空间数据挖掘、案例推理、群智能方法和面向对象分类技术,构建光学影像和微波影像协同的多级特征土地覆盖类型分类方法体系和荒漠化自动识别方法,克服多雨雾地区土地覆盖类型、定量遥感专题产品时空不连续性,形成年际全球土地覆盖类型及农、林、矿、水、生态环境等专题产品。

系统可以生产森林地上生物量、碳储量、森林扰动/变化 3 种全球森林生物量与碳储量专题产品,农作物面积、农业旱情、农作物产量、农作物长势、农作物生物量、农作物单产、耕地复种指数 7 种农情定量遥感专题产品,线性构造与环形构造、遥感解译地质图、铁染异常、羟基异常、遥感找矿远景区、遥感找矿靶区、油气勘探综合异常区 7 种全球巨型成矿带矿产与能源遥感专题产品,水资源径流总量、水体淹没面积、水污染异常 3 种区域河流定量遥感专题产品,景观破碎度、景观分离度、生态系统宏观结构、生态系类型面积变化率、聚集度指数、景观多样性指数、人类活动干扰强度、水蚀区土壤侵蚀模数、碳固定量、风蚀区土壤侵蚀模数、水源涵养、湖泊面积变化率、雪盖变化率、草地退化指数、植被水分利用效率、荒漠化指数、全球生态环境监测指数、草原干旱指数、生态系统敏感性指数、生态系统稳定性指数共 20 种生态环境遥感专题产品。

1.2.3 数据管理分系统

数据管理分系统是定量遥感产品生产系统的数据支撑,它主要包括环境健康遥感诊断数据集管理组件、数据存储模式组件、分布式数据库等部分。数据管理分系统在研发过程中,主要进行了以下 4 个方面的研究。

1. 数据库标准

为规范环境健康遥感诊断数据库的内容、数据库结构、数据交换格式,促进遥感专题产品数据的管理和共享,并使之符合系统对遥感数据及各类地理数据的要求,本书对数据库的数据内容、数据格式、要素分类、编码体系等标准进行研究,并以该标准构建数据库。

2. 数据库连接

由于系统数据库属于分布式多数据中心数据库,需要针对该分布式多数据中心遥感数据源数据库连接,分析多数据中心数据源的网络连接关系和通信机制,建立多数据中心数据库物理层和逻辑层上的有效连接;研究多数据中心数据源及其生产系统的认证模式、交互模式和协同工作模式,开发多数据中心数据库统一认证机制和代理机制,建立分布在多数据中心的多数据库用户管理机制,实现单点登录功能。