

■ 遥感诊断系列专著

环境健康遥感诊断 关键技术

Key Technologies on Diagnosis
of Environmental Health by
Remote Sensing

曹春香 倪希亮 张煜星 等 / 著
徐 敏 刘 迪

■ 遥感诊断系列专著

环境健康遥感诊断 关键技术

Key Technologies on Diagnosis
of Environmental Health by
Remote Sensing

曹春香 倪希亮 张煜星 等 / 著
徐 敏 刘 迪



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是“遥感诊断系列专著”的第三部，具体从如何集成与研发遥感诊断关键技术出发展开论述；针对环境健康遥感诊断指标体系中所涉及的遥感诊断基本科学原理，介绍了环境健康遥感诊断模型和指标的获取方法，以及阈值化评价。

本书可供全球变化、环境健康、生态安全、疾病防控、灾害防治、定量遥感等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科学类专业本科生及研究生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

环境健康遥感诊断关键技术/曹春香等著. —北京: 科学出版社, 2017. 12
(遥感诊断系列专著)

ISBN 978-7-03-055138-2

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(2017)第 268771 号

责任编辑: 彭胜潮 丁传标/责任校对: 韩 杨

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

*

2017 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 12 月第一次印刷 印张: 16

字数: 376 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

“环境健康遥感诊断”是基于人类健康理论提出的概念，它把环境健康问题与人类健康问题类比。面对日益恶化的全球环境问题，世界各国科学家都在积极努力，寻找解决的办法。如何更全面、更准确地了解人类生存环境的健康状况，使人类与环境和谐共处，是 21 世纪我们所面临的重大课题之一。

环境问题是一个多尺度、宽领域、多维度的复杂过程问题，传统方法即使耗费大量的人力、物力、财力，也很难准确地掌握大范围的环境健康状况。随着遥感技术的兴起和不断发展，农业、林业、水利、地矿、城市、环境、海洋、灾害等领域的遥感应用越来越广泛。将遥感技术应用于环境健康领域，既可宏观观测环境状况，也可实时快速跟踪突发环境污染事件的发生和发展，还可为环境健康保护及应急反应提供决策依据，空间信息技术与环境健康诊断的融合研究已成为一个新的研究方向。

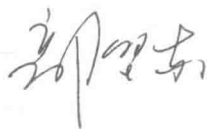
近十几年来，遥感技术迅猛发展，新型遥感设备不断出现，传感器分辨率不断提高，遥感系统全天候工作、实时获取信息及抗干扰能力都不断增强。基于越来越丰富的遥感数据可以更加精确地反演出环境健康相关参数，建立起各参数与环境健康状况之间的模型，从而为全球、国家和区域尺度环境健康的快速判断及宏观把握提供科学支撑。其中，环境健康相关参数的获取，以及各参数与环境健康状况之间数学模型的建立是环境健康遥感诊断的关键。

曹春香研究员是中国科学院遥感与数字地球研究所于 20 世纪 90 年代从国外引进的环境遥感人才，通过对学科前沿的把握和人类生存环境的分析，在多年的研究基础上，她开拓性地提出了“环境健康遥感诊断”这一交叉学科方向，并培养了一支优秀的研究团队。在他们的环境健康遥感诊断系列专著第一部面世 4 周年之际，本着对推动环境与健康交叉学科发展严谨负责的态度，又及时推出系列专著的第三部——《环境健康遥感诊断关键技术》，其意义非常重大：一是研究团队通过系统总结前人的研究，可进一步提高科学研

究水平；二是《环境健康遥感诊断关键技术》有着重要的学术和实用价值，可以让更多的志士仁人分享遥感技术发展多年以来的科研成果，为环境健康遥感诊断的下一步发展建立坚实的基础。

我非常高兴地向读者推荐《环境健康遥感诊断关键技术》专著，希望该书能够为从事环境保护和人类健康发展的科学研究人员提供帮助。衷心祝贺这本凝聚他们优秀成果的专著问世，同时期待后续系列专著的出版。

中国科学院院士



2016年10月13日

前 言

遥感技术从 20 世纪 70 年代起步到今天,已经成为了各国推动技术发展的核心技术之一。在我国,遥感技术用于国土资源探测、防灾减灾预警、环境保护规划等领域,已为国家创造了不可估算的经济效益。同时,遥感技术还为科学技术是第一生产力的国家科技战略发展思路大力推动科技进步和创新、不断用先进科技改造和提高国民生活质量、努力实现我国生产力发展的跨越等实现了先行先试的示范作用。

作者应用引进与研发的先进遥感技术,基于不同维度,对自然环境进行量化的把握,以期既服务于民众又能支撑国家智库。为此,作者在创立环境健康遥感诊断交叉学科方向的基础上,设计了环境健康遥感诊断系列专著的系统出版,组建了“环境健康遥感诊断”国内外联合科技攻关小组,并针对环境健康遥感诊断的关键技术与科学问题,打造了年度环境健康遥感诊断国际学术研讨会平台。

随着遥感技术的迅猛发展,新型遥感设备不断推出,传感器时空分辨率提高到小时与米级水平,遥感系统全天候工作、实时获取信息及抗干扰能力也能满足应用部门的需求。利用越来越丰富的遥感数据可以更加精确地提取出环境健康相关因子,建立起各因子与环境健康状况之间的相关关系,从而为全球、国家和区域尺度环境健康的快速诊断及宏观把握提供科学技术保障。如何科学地刻画环境健康的相关参数,基于不同时空尺度的遥感数据,构建各参数与环境健康状况之间的数学模型是环境健康遥感诊断的关键。

本书作为“遥感诊断系列专著”的第三部,主要基于当前遥感科学最新技术,对直接用于“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,以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、详细地介绍了环境健康遥感诊断的共性技术和特定技术的实施方法,进而针对不同尺度下如何快速实现量化环境健康遥感诊断的方法给出了有序的描述;在将技术指标搭载到不同指标层的逻辑框架下,为第四部《环境健康遥感诊断系统》专著的构架提供了强有力的技术保障。

全书共分 5 章。第 1 章为环境健康遥感诊断的概念,首先回顾了在全球气候变化与人类健康背景下环境健康遥感诊断概念的提出,其次是就环境健康遥感诊断发展的方向进行了阐述。第 2 章为环境健康遥感诊断共性技术,介绍了环境健康遥感诊断研究中所采用的一些共性技术和方法,包括遥感图像几何校正技术、遥感图像辐射校正技术、遥感数据融合技术和遥感影像分割技术、遥感数据同化技术及遥感协同反演技术。这些共性技术为环境健康关键参数的提取提供了技术支撑。第 3 章为环境健康关键参数遥感获取技术,面向从生态环境健康、大气健康、水体健康、灾害影响及人类健康 5 个方面论述环境健康关键参数遥感获取技术。第 4 章为环境健康评价技术,介绍了包括生态环境健康指标、大气健康指标、水体健康指标、人类健康指标及灾害影响程度的环境评价因

子、环境健康评价技术建模方法及环境健康评价的技术流程。第5章为环境健康遥感诊断技术的发展与展望,介绍了在现有遥感技术的基础上,环境健康遥感诊断的发展方向,以及需要进一步提高的地方;同时,本书还就环境健康遥感诊断新技术及其应用进行了相应的预测和展望。

本书从2010年开始构思直到最终成稿,由曹春香研究员带领着主要作者倪希亮、张煜星、陆诗雷、徐敏、刘迪、袁中强、陈伟等共同负责完成,同时对何祺胜、赵小杰、田海静、郭海芳、尹航、包珊宁、杨天宇、桑海、彬彬、玛尼、吴春莹、江厚志、刘明博、张敏、谢波等给予的协助表示感谢。还要特别感谢为本书亲自作序的郭华东院士。在此也向指导与帮助在本书撰写过程中克服困难的领导和好友们致以衷心的感谢。

本书出版得到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)、科技基础性工作专项:中国沼泽湿地资源及其主要生态环境效益综合调查(No.2013FY1118063),以及中国科学院重点部署项目“128×128 中/长波双色量子阱红外焦平面探测器面向资源环境遥感应用研究-双色红外环境健康遥感诊断系统研发”(No. KZZD-EW-TZ-17)等项目的资助,谨此一并致谢!

基于环境健康遥感诊断技术是不断发展和进步的,同时鉴于作者水平和时间有限,书中难免有缺点和不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2017年11月

目 录

序

前言

第 1 章 环境健康遥感诊断的概念	1
1.1 全球气候变化与人类健康	1
1.2 人类活动导致的环境污染与人类健康	3
1.3 小结	4
参考文献	5
第 2 章 环境健康遥感诊断共性技术	6
2.1 遥感图像几何校正技术	6
2.1.1 几何误差的来源	6
2.1.2 几何校正的一般方法	9
2.1.3 常用的遥感图像几何校正方法	10
2.1.4 图像的镶嵌处理	14
2.2 遥感图像辐射校正技术	16
2.2.1 直方图匹配	17
2.2.2 基于统计量的校正	18
2.2.3 基于伪不变特征 (PIF) 的校正	18
2.3 遥感数据融合技术	19
2.3.1 代数运算融合法	19
2.3.2 回归变量代换法	20
2.3.3 IHS 彩色空间变换法	21
2.3.4 主成分分析方法	22
2.3.5 高通滤波方法	24
2.3.6 统计数据融合方法	26
2.3.7 基于图像多分辨率的融合方法	27
2.3.8 基于神经网络的融合方法	35
2.4 遥感影像分割技术	37
2.4.1 基于阈值的分割方法	37
2.4.2 基于边缘检测的分割方法	38
2.4.3 基于区域特征的分割方法	42
2.4.4 基于特征空间聚类的分割方法	43
2.4.5 基于特定算法的分割方法	47

2.5 遥感数据同化技术	48
2.5.1 陆面数据同化	49
2.5.2 陆面数据同化系统的构建方法	51
2.5.3 中国陆面数据同化系统	54
2.6 遥感协同反演技术	55
2.6.1 光学遥感数据与微波数据协同反演	56
2.6.2 光学遥感数据与激光雷达数据协同反演	60
2.6.3 光学遥感数据、微波数据及激光雷达数据等多源遥感数据协同反演	64
2.7 小结	68
参考文献	68
第3章 环境健康关键参数遥感获取技术	71
3.1 生态环境健康	71
3.1.1 地表反照率	72
3.1.2 地表温度	74
3.1.3 植被参数	79
3.1.4 土壤参数	91
3.2 大气健康	99
3.2.1 大气气溶胶	99
3.2.2 有害气体	103
3.3 水体健康	104
3.3.1 水体面积	104
3.3.2 水深	106
3.3.3 水质参数	108
3.3.4 水体叶绿素浓度	110
3.3.5 悬浮物浓度	111
3.4 灾害影响	112
3.4.1 洪水	113
3.4.2 地震	115
3.4.3 森林火灾	120
3.5 人类健康	122
3.5.1 光学遥感蚊媒病诊断研究	123
3.5.2 被动微波	123
3.5.3 主动微波	124
3.5.4 遥感与GIS、全球卫星定位系统(GPS)的联合应用	124
3.6 小结	125
参考文献	125
第4章 环境健康评价技术	131
4.1 环境健康指标因子	131

4.1.1 生态环境健康指标	133
4.1.2 大气健康指标	153
4.1.3 水体健康指标	156
4.1.4 人类健康指标	158
4.1.5 灾害影响程度指标	163
4.2 环境健康遥感诊断模型构建	170
4.2.1 模型构建	170
4.2.2 模型验证	179
4.3 环境健康遥感诊断技术应用案例	182
4.3.1 中国典型传染病暴发风险遥感诊断	182
4.3.2 青海乐都人居环境健康遥感诊断	217
4.4 小结	234
参考文献	234
第5章 环境健康遥感诊断技术的发展与展望	236
5.1 环境健康遥感诊断的发展方向	236
5.1.1 高性能传感器数据应用	236
5.1.2 科学的数据处理方法和遥感模型	236
5.1.3 高精度、高速度、大容量的遥感数据处理系统	237
5.1.4 建立国家环境健康遥感诊断系统	237
5.2 环境健康遥感诊断新技术展望	238
5.2.1 未来新型传感器的展望	238
5.2.2 面向应用行业部门应用的展望	240
5.3 小结	242

第1章 环境健康遥感诊断的概念

人类与自然是一个不可分割的整体，人类既在大自然中产生，又依赖自然而生存。自然环境的优劣与否会影响人类的生存和发展，人类活动的强弱也会影响自然环境质量的好坏。自工业文明以来，人类的科学技术迅猛发展，人们的文化生活日益丰富，这都充分显示了人类的智慧和能力，但随着高科技快捷的人类生活的来临，人们对自然环境的破坏也是巨大的。现今的河流干枯、土地沙化、森林锐减、水质污染、空气污染、全球变暖、雾霾天气、自然灾害频发等全球问题也统统摆到了人们面前，对人类社会未来发展构成了巨大威胁。

面对日益恶化的全球环境问题，世界各国政府、科研机构都在积极努力，寻找切实有效的解决方案。由于环境问题是一个复杂的过程问题，涉及不同尺度、不同区域、不同影响因素等问题，无法利用传统方法有效地实现环境问题的监测。

随着遥感技术的飞速发展，遥感数据可以大尺度、多时相及高精度地获取人们所关心的局部区域及全球的环境状况，进而有效地分析环境区域时空特征及其发生与演化的驱动机制和健康状况，从而为有效解决环境健康的评估和监测问题，实现人类健康发展提供技术上的支持。

鉴于此，笔者借助中医理论的思维方式，把环境问题提到对待人类健康问题一样的高度，并参考中医的“望闻问切”的流程、面向环境健康，提出了“环境健康遥感诊断”的理论，旨在利用先进的遥感科学技术，为解决环境问题提供一个迅捷、可靠、经济的判断依据。

遥感诊断面向全球气候变化带来的极端异常现象，如干旱、洪涝、冻害、冰雹、沙尘暴等造成的严重自然灾害的诊断结果，能科学地刻画出全球气候变暖直接影响地球生态系统的变化足以给人类社会带来严重的打击。还能诊断出人类活动对自然环境的影响，如大气污染、水体污染、荒漠化、温室气体增多等间接地给人类生存环境和人体健康带来危害（曹春香，2013）。

1.1 全球气候变化与人类健康

据联合国政府间气候变化专业委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 预测，到 2100 年，全球平均气温将上升 2°C (IPCC, 1996)，全球气候变暖将可能干扰地区的天气形态和生态平衡，影响地区的自然、生物系统，从而对人体健康多方面造成严重影响。世界卫生组织指出，每年仅因气候变暖而死亡的人数就超过 10 万人，如果这一情况不能得到改善，到 2030 年，全世界每年将有 30 万人死于气候变暖 (张庆阳等，2007)。

人类的适应能力包括先天遗传和后天获得两种。遗传表现为在各种气候条件下,各个种族的表征形态和生理特征的先天适应。例如,在热带地区,由于气候原因,那里的人具有皮肤色素深、鼻阔、身材矮小的特征,他们的后代都继承了这种特征,来适应当地的气候;后天获得是指每个人生命期内,在特有的气候条件下,在其继承的适应能力限度内形成的。例如,出生在高海拔地区的小孩体重轻,神经系统发育不全,但却因氧不足呼吸系统更加健全。因此,人们一般适应自己出生地的气候,南方人比较适应潮湿多雨,北方人比较适应干旱多风,一旦迁居他乡就会出现水土不服,甚至产生疾病。如果当地的气候发生了变化,人们还未适应时,也会发生疾病。

气候影响人体的反应部位。气象因素是通过人体的感觉器官影响到人体的,各种天气、气候及气象要素的变化,都会引起人体的生理反应。人是一种恒温动物,当受到外界温度刺激后,便会通过大脑进行生理调节,若人的生理调节系统还不健全(儿童),或调节系统功能减退(老人),或调节系统功能有病灶(病人),当遇到外界的气象因素发生剧烈变化时,他们就会出现各种病症,严重时还会出现死亡(于长水等,1998)。

气候变暖给人类生存环境和人体健康带来诸多危险,气候变暖的结果之一是气候带的改变,热带的边界会扩大到亚热带,温带部分地区会变成亚热带。据估计,全球平均气温升高 1°C ,气候带约向极地方向推移 100 km ,而这种推移不可能是均匀的,某些气候带和气候型会因高山海洋、荒漠的阻隔而间断甚至消失。而在世界上,热带非洲是传染病、寄生虫病的高发地区,尤其是病毒性疾病最大的发源地。随着温带地区的变暖,将使感染或携带致病病原体(尤其是病毒)的昆虫和啮齿类动物的分布区域扩大,每年的危害期限延长,从而使这些疾病的扩散成为可能。

气候变暖的另一结果是,适宜媒介动物生长繁殖的环境的时空范围扩大,从而使细菌和病毒的生长繁殖期扩大。气候变暖有利于媒介昆虫的孳生繁衍,提早出蛰,提前形成密度高峰,并使其体内的病原体毒力增强,致病力增高。随着全球气候的变暖,以及不断增加的人和动物宿主的接触,病原体(尤其是病毒)将突破其寄生、感染的分布区域,形成新传染病的病原体。人们观察到,出现的新病原体引起的新传染病对人类常常是最具危害性的,病毒或细菌与宿主的生态平衡,在一个新建立的生态伙伴中,病毒或细菌常占上风。

全球气候变暖对人类健康最直接的影响是极端高温产生的热效应,它将变得更加频繁、更加广泛,而且热浪对健康的影响,城区要比郊区和农村大得多。由于高温热浪强度和持续时间的增加,导致以心脏、呼吸系统为主的疾病或死亡率增高。

极端高温对人体健康的影响在不同气候区影响不同。例如,我国广州冬季最低温度对死亡率的影响比夏季最高温度还明显,说明广州地区的人已适应了炎热气候,而对寒冷很难适应。空气污染与气象条件的关系十分密切。在全球变暖的大环境背景下,由于异常天气的出现,如夏季高温、冬季温暖、干旱等,往往会造成局地空气质量下降。特别是在人口密集的大城市,由于城市热岛环流的存在,导致空气中污染物不易排放出去,从而造成严重的污染。大气中的污染物质进入人体后,会引起人体感官和生理机能的不适反应,产生病理的改变,出现临床体征或存在潜在的遗传效应,发生急、慢性中毒或死亡等。

伴随着全球气候变暖,紫外线辐射有所增加。试验表明,大气中的臭氧每减少1%,到达地表的紫外线辐射量将增加2%,皮肤癌发生率则增加4%。地面增加的紫外线辐射对人类健康具有十分有害的影响,对人类的影响包括免疫系统抑制,增加严重晒斑、白内障和表皮损害的发病率,且致癌。气候变化对人类健康的影响的评估,目前在科学方面还存在许多不确定性,并向科学家提出挑战。

由于气候变化通常伴随其他各种环境变化,而气候变化对人体健康的影响不是唯一的,还受其他如遗传、自身素质、饮食、生活习惯及环境等因素的综合影响,因此在进行气候变化对健康的影响研究中,关键技术在于从影响健康的诸多其他因素中分离出气候的影响。

气候变化是一个长期的、多变的、复杂的过程。事实上,人类健康状况水平是社会环境、自然环境、物质生活水准及公共福利水平的综合反映。因此,研究气候对人类健康状况的影响,应从气候变化对生态系统、生物过程、物理环境、社会经济环境等方面的影响综合来考虑,这些都会给检测和定量评估气候变化对人类健康的影响带来一些困难和不确定性。

所以,减缓全球气候变暖,大力开展气候变化与人类健康的关系研究,建立健全影响公众健康的疾病监测和预警系统,就成了当务之急(买买提明·热介甫,2005)。

1.2 人类活动导致的环境污染与人类健康

环境污染最直接、最容易被人所感受的后果,是使人类环境的质量下降,影响人类的生活质量、身体健康和生产活动。例如,城市的空气污染造成空气污浊,人们的发病率上升等;水污染使水环境质量恶化,饮用水源的质量普遍下降,威胁人类的身体健康,引起胎儿早产或畸形等。严重的污染事件不仅带来健康问题,也会造成社会问题。随着污染的加剧和人们环境意识的提高,由污染引起的人群纠纷和冲突逐年增加(张晓燕,2014)。

由于人们对工业高度发达的负面影响预料不够、预防不利,导致了全球性的资源短缺、环境污染、生态破坏三大危机。人类不断的向环境排放污染物质,但由于大气、水、土壤等的扩散、稀释、氧化还原、生物降解等作用,污染物质的浓度和毒性会自然降低,这种现象叫做环境自净。如果排放的物质超过了环境的自净能力,环境质量就会发生不良变化,危害人类健康和生存,从而发生了环境污染。

在全球范围内都不同程度地出现了环境污染问题,具有全球影响的有大气环境污染、海洋污染、城市环境问题等。随着经济和贸易的全球化,环境污染也日益呈现国际化趋势,近年来出现的危险废物越境转移问题就是这方面的突出表现。空气里主要含有氮气、氧气,其中氧气是人和动植物最需要的,大约占空气的21%;如果空气中的氧气含量降到16%时,正在点燃着的蜡烛就会熄灭;如果降到7%时,人和动物很快就会被憋死。空气中还含有水蒸气、二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物、灰尘等气体和物质。如果空气中的硫氧化物、氮氧化物、灰尘等有害气体和灰尘含量过高,这种空气就是被污染了,空气中掺杂的这些有害气体和脏东西越多,空气被污染得也就越厉害,对人和动植物的

危害也就越大。空气污染首先危害人们的身体健康,其次影响动植物的生长,还会引起全球性的气候变化。空气污染引起人体呼吸系统疾病,造成人群死亡率增加。重庆市污染严重地区的肺癌死亡率逐年上升,超过 50 人/10 万人,比相对清洁区高 4.7 倍。长沙市个别街区的肺癌死亡率高达 94.36 人/10 万人。

温室效应增强、气候变暖对人体的危害。近几十年来,由于人类活动的影响,特别是所消耗能源的急剧增加,以及森林遭到破坏,致使空气中二氧化碳的含量不断增加,从而使得温室效应不断增强,全世界的气候变暖。这就会使人们的呼吸道疾病、癌症、头疼等发病率增高,并助长疟疾等热带流行性疾病的发生和蔓延。

酸雨对人类的生产和生活的影响更要引起关注。酸雨被称为“空中死神”,它能使土壤酸化、湖酸化,从而使森林衰退和枯萎,许多水生生物无法生存,进而影响人类的生产和生活。而且,酸雨还对文物古迹和建筑物有侵蚀作用。

水环境污染的后果的严重程度,不但使工农业生产备受损失,而且使淡水鱼的捕获量也大幅度下降,许多名贵鱼种,如长江鲟鱼和黑龙江大马哈鱼的产量急剧下降,有的甚至绝迹。全国性污染导致的死鱼、人畜中毒事件频频发生,全国肝癌、胃癌、食道癌等消化系统癌症发病率逐年上升,我国的水环境污染已经到了非治理不可的地步。水污染问题的根源在于环境的污染,近年来提倡环保都到了大声疾呼的程度,可保护只是存在于人的内心,外界环境却没有改变多少。科技是把双刃剑,在给我们带来方便的同时,也危害了我们赖以生存的水源;只有生产更高科技的滤水设备,才能减小水污染对人类健康的影响。

噪声污染给居民的生活和健康造成很大的影响。据 29 个环境保护部门统计,在群众来信来访中,反映噪声问题的占 30% 以上。一些工厂工人耳聋、高血压、心脏病、神经衰弱的发病率高达 30%~60%。据上海第一医院耳鼻喉科统计,耳病患者中,约有 1/3 因噪声引起。有的地区,噪声已威胁到青少年智力的发育。有关部门预测,如果不采取措施,到 21 世纪末,我国 85% 的城市居民将无法正常工作和生活。

面对日益恶化的全球环境问题,世界上各国科学家都在积极努力地寻找解决的办法。如何改善人类的生存环境,如何更好地促进人类健康,与环境和谐共生,是我们面临的首要问题之一。环境健康遥感诊断技术将为环境健康状况动态监测、早期预警、定量评价提供技术保障。

1.3 小 结

本节介绍了在全球气候变化和遥感技术发展的背景下,笔者提出的“环境健康遥感诊断”理念,同时概述了全球一体化进程中人类活动导致的一些影响人类健康的环境问题。

为了实现人类社会健康发展和生存的最高目标,人类不仅要发展经济,而且还要保护好环境,必须从大尺度区域或者全球战略高度上综合地协调好健康、环境、发展三者的和谐关系,最终达到人类社会健康可持续发展的最高目标。

参 考 文 献

曹春香. 2013. 环境健康遥感诊断. 北京: 科学出版社.

买买提明·热介甫. 2005. 浅谈人与环境的关系. 和田师范专科学校学报, 25(4): 217-217.

于长水, 张之伦, 从波泉. 1998. 全球变暖与传染病动向. 中华流行病学杂志, 9(2): 114-116.

张庆阳, 琚建华, 王卫丹, 等. 2007. 气候变暖对人类健康的影响. 气象科技, 35(2): 245-248.

张晓燕. 2014. 冲突转化视角下的中国环境冲突治理. 天津: 南开大学博士论文.

Intergovental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. Climate Change 1995. Cambridge: Cambridge University Press.

第2章 环境健康遥感诊断共性技术

本章围绕环境健康遥感诊断关键技术中一些常用的共性技术,重点从几何校正技术、辐射校正技术、图像融合技术三方面介绍遥感图像处理技术、遥感影像分割技术、遥感数据同化技术,以及多源遥感数据的协同反演技术。其中,遥感图像几何校正技术内容包括几何误差的来源、几何校正的一般方法、常用的遥感影像几何校正方法,以及遥感影像镶嵌技术等;遥感图像辐射校正技术主要介绍直方图匹配、基于统计量的校正,以及基于伪不变特征的校正3种方法;遥感数据融和技术主要介绍代数运算融合法、回归变量代换法、IHS彩色空间变换法、主成分分析方法、高通滤波方法、统计数据融合方法,以及基于图像多分辨率和基于神经网络的融合方法;在遥感影像分割技术中,重点介绍基于阈值、边缘检测、区域特征、特征空间聚类以及特定算法的图像分割方法;同化技术中,重点介绍陆面数据同化、陆面同化系统的构建方法,以及中国陆面同化系统等;协同反演技术重点介绍光学遥感数据、微波数据及激光雷达数据3种数据之间的两两协同,以及三者之间的协同反演技术。这些共性技术将为环境健康遥感诊断提供基础性技术保障。

2.1 遥感图像几何校正技术

遥感图像处理技术是对遥感影像进行辐射校正和几何纠正、图像整饰、投影变换、镶嵌、特征提取、分类以及各种专题处理等一系列操作,以求达到预期目的的技术。其中,遥感图像几何校正技术是指通过一系列的数学模型来改正和消除遥感影像成像时产生的几何畸变。

遥感图像上各地物的几何位置、形状、尺寸、方位等特征与在参照系统中的表达要求不一致时,即说明遥感图像发生了几何畸变。这些几何畸变一是指卫星在运行过程中,由姿态、地球曲率、地形起伏、地球旋转、大气折射及传感器自身性能所引起的几何位置偏差;二是指图像上像元的坐标与地图坐标系统中相应坐标之间的差异。

2.1.1 几何误差的来源

遥感图像的总体变形,几何误差来源于平移、缩放、旋转、偏扭、弯曲及其变形综合作用导致了遥感图像的总体变形。它主要包括传感器本身引起的畸变和外部因素引起的畸变而引起的误差。

传感器本身引起的几何畸变因传感器的结构、特性和工作方式的不同而异。这些因素主要包括:透镜的辐射方向畸变像差、透镜的切线方向畸变像差、透镜的焦距误差、透镜的光轴与投影面不正交、图像的投影面非平面、探测元件排列不整齐、采样速率的

变化、采样时刻的偏差和扫描镜的扫描速度变化 9 个方面。

由于外部因素引起的遥感图像几何畸变主要包括地球曲率引起的像点移位、地球自转引起的图像变形、传感器外方位变化引起的图像变形、地形起伏引起的图像变形以及大气折射引起的像点移位。

1. 地球曲率引起的像点移位

如图 2-1 所示, 设 OA_0 为成像基准面, A 为地表一点。在考虑地球曲率影响的情况下, A 与 OA_0 存在着由地球曲率引起的高差 h , A 在 OA_0 代表的平面上投影点为 A_0 , 由于高差 h 的存在, 使得 A 点在像平面 Fa_0 上产生像点移位。一般来说, 当星下点视场角比较小、扫描范围又比较小时, 地球曲率影响可以忽略, 此时可以看成近垂直投影。

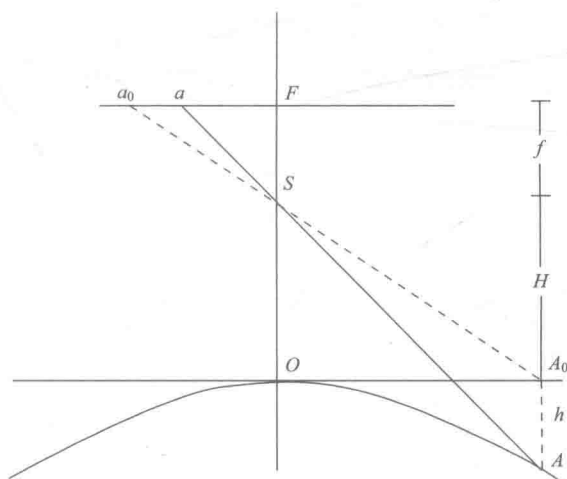


图 2-1 地球曲率引起像点移位示意图

2. 地球自转引起的图像变形

地面起伏引起投影点相对于基准面上垂直投影点的像点产生的直线位移称为地面起伏引起的像点位移, 也叫投影差。在高差同为正值的情况下, 地形起伏在中心投影影像上造成的像点位移是远离原点向外移动的, 而在斜距投影(雷达)影像上则是向内移动的。因此, 在雷达影像上看到的是反立体。此外, 高出地面物体的雷达影像可能带有“阴影”, 远景影像可能被近景影像所覆盖。

3. 传感器外方位变化引起的图像变形

传感器一般的成像几何形态有中心投影、全景投影、斜距投影及平行投影等几种不同类型。其中, 全景和斜距投影产生的图像变形规律可以通过与正射投影的图像相比较获得。

全景投影变形, 红外机械扫描仪及采用 CCD 直线阵列作为检测器的推帚式传感器的