

地理信息科学在海岸工程学科中的应用

(4)
13-16

贾建军 王义刚

11656.3-

(河海大学港口航道及海岸工程学院 南京 210098)

摘要 介绍地理信息科学和 3S(RS, GPS, GIS)的概念及其在海岸环境调查与动态监测、海岸与近海动力模拟、水下地形三维显示与演进模拟、海岸带地理信息系统建设、海岸带开发与管理等方面的应用。讨论遥感技术在海洋信息(包括水深、悬沙浓度、波浪、潮汐等)提取上的优劣之处,提出可能的改进方向,并从数据精度与规范、GIS 分析功能、模型整合与嵌套三方面对地理信息科学与海岸工程研究的集成进行探讨。

关键词 地理信息科学 3S 技术 海岸工程;地理信息系统;遥感;全球定位系统

地理信息科学(Geo-Informatics)是地理学、计算机科学、空间科学和信息科学之间相互交叉形成的一个跨学科的前沿领域,是遥感、全球定位系统、地理信息系统、计算机辅助制图、通讯网络系统、多媒体技术与其他对地观测和地理信息获取、处理加工系统的多位一体化的高度集成的科学技术体系^①。它的核心是 3S,即地理信息系统(GIS)、遥感(RS)和全球定位系统(GPS),3S 技术各具功能,互为补充,构成一个统一的整体。

1 地理信息科学在海岸工程学科中的应用现状

地理信息科学在海岸工程学科中的应用,可以分为三个层次:第一,在海岸带环境信息获取方面,它提供了强大的观测手段,保证了研究所需的大量、实时、快速数据源;第二,在海岸环境演变机制及其与海岸工程相互作用方面,它为海洋动力场模拟、海底地形演变及海岸工程作用提供了空间分析功能和时序演进模型;第三,在海岸带开发管理的规划决策方面,它提供了多信息源、多视角、科学化的辅助功能。这三方面的应用,层次渐高,而两者结合的程度与应用的难度也逐渐加大。

1.1 海岸带调查与环境动态监测

海岸带环境资料反映了海洋要素的空间分布和时间变化,是海岸工程学科研究、环境保护与预报以及海岸带科学管理的依据。传统的海岸调查主要是通过地面和海上工作进行,在资料获取、信息处理等

RS, GPS, GIS

方面存在较大局限,表现在:①海岸环境的进入性与通达性较差,可谓“车辆下不去、船只上不来”;②近海和海岸环境复杂多变,传统手段难以进行多变量同步控制观测;③海岸环境具有变化周期长、信息量大的特点,难以取得理想的可控制数据,在实时处理上也有很大困难。遥感技术为海岸带基础资料调查开辟了一条崭新的途径,它具有迅速、同步、重复和大面积测量的特点,很适宜于海岸带调查和动态监测。由于海岸工程学科的研究对象既包括陆地,又包括海洋,用单一的遥感技术或传感器不可能完成所有的海岸带环境信息观测,因此目前一般综合运用各种遥感技术(见表 1)。

表 1 遥感技术在海岸带环境信息获取上的应用^[1]

波段	传感器	可观测项目
可见光—近红外	电视摄像机	地形、海岸线、土壤、植被、河流、水深、海冰、悬浮泥沙、海面污染、赤潮、叶绿素等
	可见、近红外辐射计	
远(热)红外	远(热)红外辐射计	地表温度、海面温度、海冰、水体热污染、海面油膜等
	微波辐射计	海面温度、海况、海冰、雪盖、海水盐度、海面油膜等
微波	微波散射计	海面风、波浪、海冰
	微波高度计	海流、海啸、潮高
	合成孔径雷达	海岸地形、水深、海浪、海冰、冰山、海流、海面石油污染等

遥感技术在海岸环境信息观测方面的优势和快捷是显而易见的。例如,张鹰等利用 TM 图像进行水深遥感解译,以期对海岸地区洪涝灾情、潮汐作用分带等进行快速提取,所得成果与常规水深量测相比,

第一作者简介:贾建军,男,硕士,从事海岸带地貌、沉积动力、资源环境及地理信息科学研究。

* 河海大学青年科学基金资助项目(项目编号:3700)。

①南京师范大学地理信息工程实验室,211 工程地理信息科学学科建设规划报告,1997。

精度虽然不如常规水深量测,但也已具有相当的精度^[2]。又如,对合成孔径雷达作快速傅立叶变换,可确定二维的海浪谱及海表面波的波长、波向和内波^[1],可以预见这对波谱分析、港口海岸工程建设及军事应用具有重大意义。

1.2 海洋动力与流场模拟

风力、波浪、潮流等是塑造海洋环境的动力,是海洋环境的重要因子,也是海岸工程学科研究的重点。利用 RS、GPS 及现代海洋观测技术,可以大范围、快速、准确、直接地获得海洋动力信息。海洋动力环境主要受动力和边界条件的影响,传统的物理模型和数学模型在进行海洋动力流场模拟时,或由于时空范围制约,或由于边界条件与动力条件结合程度较差,难以取得理想的流场模拟结果。地理信息科学在空间信息获取、处理、制图等方面的优势,使得海洋动力流场模拟在研究范围、时空跨度、与真实环境拟合程度、研究成果表现等方面有较大进步。它利用实测水动力数据和海底地形数据建立海洋动力环境数据库,选择适当的空间数学模型,可以实现海洋动力与边界条件的无缝拟合,从而对潮、流场形势进行较理想的动态模拟。最近,林晖等^[3]在 GIS 的支持下,充分运用 GIS 提供的数据采集管理、空间分析和制图的功能,结合海洋流体动力学模型,对这一海区的潮波系统进行了三维高精度的研究,并将成果应用于潮波动力系统的成因机制、形成过程以及潮流动力系统对长江河口演变、对南黄海辐射沙洲的影响等研究,取得了一批突破性的成果。

1.3 海底地形测量、显示及其动态演进模拟

海岸地形是海洋动力对海岸带物质作用的“雕塑作品”。对海岸带泥沙运动与地形冲淤变化的深入了解,是决定海岸工程成败的关键。在地理信息科学的支持下,利用 GPS 定位技术、海洋测量技术、RS 观测技术相结合,可以快速、精确地获得海底地形数据。地理信息科学处理海底地形数据的基础是数字地形模型(DTM, digital terrain model),它是带有空间位置特征和地形属性特征的数字描述^[4]。GIS 利用 DTM 分析和评价空间信息时,十分注重地表属性的三维特征,诸如高程、坡度、坡向等重要地貌要素,由此可完成等高线勾绘,地面形态、地形剖面、沟谷密度等地形要素分析,观察可视面,三维立体显示等功能,并使这些要素成为地学分析和生产应用中基础数据或 RS 数据分析中的辅助信息。

海岸工程学科的研究对海底地形的变化幅度和变化规律更为重视,传统的海岸工程学科在进行海底地形演变研究时,需要借助于经常的测量以获取动态数据,受人力、物力、财力和自然条件的多重制

约。现代地理信息科学可以利用有限年份(不小于 3 年)的水深数据为数据源,建立数据库和相关数学模型,生成连续多年的时-空水深数据序列,进行海底地形演变的动态模拟与预测。在最近完成的自然科学基金“八五”重点资助项目——“黄海海底辐射沙洲形成演变研究”中,南京大学海岸与海岛开发国家重点实验室利用 3S 进行海底地形测量,同步实施海底表层沉积物取样;利用 60~90 年代三个批次的测深数据,建立了研究区“空间相关混合自适应模型”,运用分形内插方法生成连续多年的水深时-空数据序列;在这一序列基础上,通过叠合表层沉积物变化和海洋动力流场,对南黄海辐射沙洲的现代演变过程有了深入的了解。

1.4 海岸带地理信息系统建设

随着观测技术的改进,海洋调查船装备的现代化以及卫星像片与航空摄影像片分辨率的提高,海岸工程学科的研究拥有了高精度、大范围的实时数据。这些数据信息量大,更新周期短,进行处理、编目、存档管理要花费大量的人力和物力,这就对资料的科学有效管理提出了更高的要求;同时,在当前海岸工程学科研究中,归口于不同主管单位的科研机构 and 高校所拥有的资料自成体系,在数据精度与数据格式上并无统一规范,重复调查现象也很严重。建立海岸带 GIS 是解决这一问题的有效途径^[6]。海岸带 GIS 建设是一个庞大的系统工程,它涉及数据规范的统一,不同来源、不同形式的数据之间的转换,RS 获得的海量数据的实时处理,数据质与量的辩证统一,与应用方向有关的专业模型(分析、优化、选择、决策)的嵌入和数据接口,时序演进与空间属性相结合的四维分析功能,等等。目前,我国这方面的国家系统工作已启动。

1.5 海岸带管理与规划的辅助决策

海岸带资源(包括空间资源、物质资源和环境资源)^[7]之间常是相互密切联系的,有的甚至相互依存,利用海岸工程服务于人类开发海岸带资源时,必然要打破海岸带自然条件下的原有平衡,甚至可能造成环境的剧烈变化或生态环境的恶化。因此,采用的海岸工程措施应力求非排他性,预防对其他资源及其开发造成不利影响。这就需要实施全局性的海岸带一体化管理,对不同资源的开发,要对开发与保护、局部与总体、地方与全国等利害冲突进行统筹规划。由于 GIS 的信息源丰富,分析功能强大,可以对海岸带开发、管理和工程建设进行辅助决策。例如,利用缓冲区分析,可对港口的布局、腹地范围与辐射影响进行分析;利用路径分析,可进行沿海旅游资源的景点布置和路线设计;利用叠置分析,对不同工程

方案造成的海岸河口冲淤量进行计算、对比和直观显示,等等。

2 地理信息科学与海岸工程学科结合中的问题

2.1 数据、模型与系统集成

在海岸工程学科的研究中,地理信息科学的应用可以简单地描述为:对按时序过程演进的空间数据进行分析处理,求解建模,从而掌握其时空变化规律。由于专业模型(如各种海洋动力模型)已经经过了很长时间的的发展,可能和地理信息科学一样复杂而庞大,在数据结构、模型构造和求解等方面自成体系;而空间信息的数据结构的复杂比之传统信息,其量的增加以几何级数递增,从而增加了地理信息科学与专业性海岸工程学科应用相集成的难度。同时,GIS作为地理信息科学的核心,它的数据模型在环境模拟所需的时空结构方面仍然有些欠缺,在同时处理空间和时间数据的结构可变性及建立和检验过程模型的算法可变性方面才刚刚起步,而这正是注重海岸环境过程研究的海岸工程学科所必需的。这可能要从数据及其规范、GIS和模型三个方面研究地理信息科学与海岸工程学科的结合方面寻求解决途径^[1,4,8-10]。

数据是应用的对象和信息来源,数据的品质决定了成果的质量和可信程度。在数据及其规范方面,应保证专业模型数据与GIS数据的相互转换,提高数据精度,提供具有时间序列的连续数据源,以满足过程分析的需要。这主要依赖遥感技术的精度,特别是提高传感器的分辨率。各种介质(光学、微波、雷达)、载体(地面、飞机、卫星)、精度(分辨率从千米级到米级)及探测方式(主动与被动)的遥感技术的发展,正是精度要求提高的结果。

在信息处理方面,应加强GIS的空间数据库建设及时序分析和三维分析能力,提供友好的用户环境。就目前的数学方法而言,可通过以下有效途径来提高GIS空间分析和决策支持的能力^[9]:利用模糊集合论改进现有空间叠加模型,形成空间模糊模型;利用分形几何创建类自然的DTM模型;利用神经网络建立自适应的适宜性评价模型,等等。同时,RS观测技术的精度提高和对RS数据的快速解译,也有助于建立可用的时序型空间数据库。

模型是应用的关键,地理信息学与海岸工程学科两方面的专业人员都需要从各自的角度考虑彼此的连接问题:一方面,地理信息科学(主要是GIS)人员必须了解海岸工程学科构模人员的需求,把更多的专业知识、数学工具和分析方法纳入到GIS之中;另一方面,构模人员必须熟悉GIS的功能,并充分考

虑到GIS的数据结构,从而在彼此之间找到共同的基础。

最终目的,不仅要求海岸工程研究的模型与GIS有效集成,实现模型与GIS之间的数据交换(最好实现无缝结合),而且要求扩大GIS的表达能力,增加有效的开发工具,能够支持对象模式和场模式的数据操作,支持模糊对象和动态对象,发展专家系统等^[3]。

2.2 海岸带遥感动态监测技术的精度与定量化

遥感技术在获取海岸带基础数据的实时、大量、广域、多时段对比等方面有绝对优势,但由于各观测对象的特性都通过电磁波的辐射与反射特性间接地反映出来,分辨率较地面或船舶常规观测手段为差,且各观测项目电磁特性的混合与干扰也很大。例如,卫星像片中海域影像色调的差异可以由海底反射、悬浮泥沙的后向散射、海面叶绿素和油膜反射、海水中污染物颜色及其扩散等因素造成,它们分别代表了海底地形(或水深)、悬沙浓度、海洋污染等需测项目的遥感特性,但在同一张卫星像片上很难将它们分离开来;即使利用多波段遥感器,但不同观测对象在不同波段上的电磁波特性也不是截然不同,依然存在干扰。可从以下几方面入手来解决上述问题:①提高遥感观测仪器的分辨率,解决精度问题;②深入了解地物的电磁波特性,通过多波段遥感观测手段分离不同观测对象的信息;③以已有的高精度常规观测资料为基础,对遥感资料中相应对象的电磁波特性作对应分析,通过类似“监督分类”的方法分离不同观测对象的遥感信息;④从不同遥感器对同一观测对象的信息记录中提取共性,通过“殊途同归”的思路分离各观测对象的遥感信息;⑤地理信息科学与海岸工程学科的相关专业人员在专业知识上应互相学习和了解,以促进应用的深入和可信。

3 结 语

地理信息科学的崛起对于海岸工程学科研究是一次真正意义上的技术手段革新;RS技术与GIS技术的结合,GIS与GPS的接口可以为研究海岸与近海环境特点及其规律提供大量的实时数据;GIS特有的空间关系理论与时序演进模型,将大大提高海岸工程与海岸带自然环境的相互作用的研究深度、广度与精度;而人工智能技术、GIS支持下的规划决策系统、海岸工程学科专业知识这三方面的结合将为海岸工程项目决策、海岸带管理与开发论证开拓一个崭新的局面。可以预计,在未来的海岸带环境动态监测及海岸带一体化科学管理等方面,地理信息科学会有更大的作为。

地理信息科学在海岸工程学科中的应用,关键是两者的无缝结合,涉及数据规范与数据转换、GIS空间分析与时间序列分析功能的完善、专业模型与GIS的融合,这需要双方专业人员的共同协作。

参考文献

- 1 任明达,吕斯骅,张绪定.中国海岸卫星遥感解译.北京:海洋出版社,1990.1~10
- 2 张鹰,丁贤荣,丁坚.利用RS+GIS量测水深的可能性.河海大学学报,1997,25(2):34~78
- 3 林晖,闫国年,宋志尧等.地理信息系统支持下东中国海潮波系统的模拟研究.地理学报,1997,52(增刊):161~169
- 4 彭望琰.遥感数据的计算机处理与地理信息系统.北京:

北京师范大学出版社,1991

- 5 孙亚梅,任建武.海底地形演变模型初探.海洋学报,1997,19(1):73~80
- 6 蔡明理,施丙文.海洋地理信息系统.海洋科学,1993(6):31~33
- 7 严恺.中国海岸工程.南京:河海大学出版社,1992.1~16
- 8 黄杏元,汤勤.地理信息系统概论.南京:南京大学出版社,1992
- 9 张犁.GIS系统集成的理论与实践.地理学报,1996,51(4):306~313
- 10 徐冠华,田国良,王超等.遥感信息科学的进展和展望.地理学报,1996,51(5):385~397
- 11 任建武,孙亚梅,李海宇.海底地形及其变化可视模型的研究.测绘学报,1996,25(4):257~261

(收稿日期:1998-04-30 编辑:熊水斌)

·简讯·

水文学示踪剂与模拟国际会议将在比利时举行

水文学示踪剂与模拟国际会议将于2000年5月23~26日在比利时举行.在过去的15年里,应用示踪剂试验和数学模拟解决水文地质问题和水文问题很多,使用天然示踪剂、同位素及各种人工示踪剂有助于对复杂水文系统尤其是水文地质系统水流及其运移过程的定性和定量分析,同时,通过地下水模拟获得的预测值的可靠性在很大程度上依赖于基于实测资料模拟的校准与验证.近年来这方面已取得了明显进展.

会议主题是不同时空尺度下地下水水质评价、保护方法、解决污染问题以及废物处理影响研究等方面的应用实践.会议由IAHS协会、IAH比利时协会等组织.主要议题有:①含天然和人工示踪剂的地下水水质研究;②局域示踪剂或同位素校准的运移模拟;③大流域示踪剂或同位素校准分布参数模型中的作用;④示踪剂或同位素在约束、验证或校准分布参数模型中的作用;⑤基于示踪剂研究和地下水模拟的保护方法;⑥河流地下水系统示踪剂运移模拟;⑦使用示踪剂和地下水模拟结果进行易损性映射.会议联系:

E-mail: fcheslet@ulg.ac.be;

web site: <http://www.lgih.ulg.ac.be/tram2000>

(梁晓玲摘自 Hydrological Science Journal Vol.43 No.6)

中荷水资源管理研讨会在北京召开

1999年4月14日至15日,中荷水资源管理研讨会在北京召开.参加会议的有中荷政府官员、流域机构、省水利厅、有关高校、科研单位的领导、专家及水利企业代表共145人,其中中方代表82人,荷兰代表63人.国务院副总理温家宝、荷兰副首相兼经济事务大臣尤里茨玛出席了开幕式并作了讲话,水利部部长汪恕诚和荷兰王国王储威廉亚历山大分别在开幕式上作了主题发言.荷兰王国女王贝娅特丽克丝陛下也参加了开幕式.

会议围绕中国与荷兰水资源管理中的重大问题:①流域管理;②洪水;③疏浚;④结构、经济、财政及教育;⑤筑堤工程;⑥水质、卫生及供水等六大主题进行了大会交流与分组讨论,并就水资源的开发、利用和一体化管理方法与手段、堤防建设新技术的应用与推广及发展、废水处理技术、水环境保护等方面进行了较深入的讨论,达成了一些共识.会议期间,代表们还参观了中荷双方几十家水利企业举办的水利新技术、新产品展览,观看了“荷兰治水”的录像.河海大学副校长索丽生教授率团参加了本次会议,主持了第四主题的小组讨论,并代表第四小组作了大会发言.河海大学与荷兰 Delft 大学牵头的教育方面合作项目得到了与会代表和政府部门的高度重视,目前正在进一步完善项目设计书,争取早日启动.

(宋晓菊供稿)