

3S技术在澳门邻近水域悬沙信息定量定位研究中的应用*

唐中实 程声通 况昶

(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084 E-mail: cst-den @ tsinghua.edu.cn)

摘要 遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)是空间信息定位和定量研究的强有力技术与方法。3S技术在其进行空间定位和定量研究中各有特点, 本文综合各技术优势对澳门邻近水域悬浮泥沙信息进行了定位与定量研究。结果表明, 澳门邻近水域的悬浮泥沙有明显的一个高浓度带和一个低浓度带, 悬浮泥沙高浓度带分布在澳门地区的东南水域。悬浮泥沙的这一分布特点将对位于澳门半岛东南的澳门外港泥沙淤积有重要影响, 这一结论对澳门外港的建设有一定指导意义。

关键词 3S(GIS+RS+GPS)、澳门邻近水域、悬浮泥沙、定量定位研究

A Study on the Suspended Solids of Macao's near Water Area Using 3S

Tang Zhongshi Cheng Shengtong Kuang Chang

(Dept of Environ. Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084 E-mail: cst-den @ tsinghua.edu.cn)

Abstract The Remote Sensing (RS), Geographic Information System (GIS) and Global Position System (GPS) are the modern high and new technologies with themselves individual advantages, and they are usually used in geographic objects position and quantity research. After Integrating 3S advantages to study the suspended solids in Macao's near water area, the conclusion is that there are a obvious high density and a lower density suspended solids zone in MACAU's near water area. The high density silt zone is distributed along the east-south MACAU. This conclusion is very important to prevent the port named external port in east-south MACAU from the high silt zone affection.

Keywords 3S, suspended solids, position and quantity study, Macao's near water area

澳门位于珠江河口西部, 西江河口东部, 与珠海经济特区毗邻。由于该地区河流众多, 且多为径流河口, 每年将大量泥沙带入海中, 使澳门邻近水域具有独特的水文特性: 高浊度、海岸线活动剧烈、潮汐弱、水域狭窄且浅等。这些特性将对澳门海岸和港口泥沙冲淤有重要影响。因此, 研究澳门邻近水域悬沙分布规律对澳门地区及港口的持续发展有重要意义。

1 水域悬沙遥感定量定位研究现状

在用遥感方法进行水域悬沙研究中, 已提

出了理论和经验 2 类研究模式

水体反射率 $R = \frac{\text{太阳光的反射辐照度} + \text{天空光的反射辐照度} + \text{海水的后向散射辐照度}}{\text{太阳光的直接辐射辐照度} + \text{天空光的漫射辐照度}}$

上式的 5 个变量, 部分可以表示为悬沙的函数

此基础上, 许多学者提出了 Gordon 关系式^[1]、李京负指数型关系式^[2]、黎夏的统一模式^[3]和

出了理论和经验 2 类研究模式

1.1 理论模式

用遥感信息研究悬沙是基于传感器接收的辐射能 N 与水体反射率 R 有如下关系:

$$N = N_p + \frac{E}{\pi} R T$$

其中, N_p 为程辐射, T 为大气透射率, E 为水面的向下辐照度。同一成像条件下三者可视为常数。这样, 只要求得水体反射率 R 与泥沙浓度 S 之间的关系, 则辐射能 N 与悬沙浓度 S 之间的关系可得。

* 国家基金委和澳门基金会联合资助项目
唐中实: 男, 35 岁, 博士, 副教授
收稿日期: 1998-01-15

冯辉的理论推导^[4]等 其共同特点是 $R = f(S)$ (其中 R 对应单个波段接收的信息). 理论模式的有些因子随机性大, 难于测定 因此, 实际研究中多用经验模式

1.2 经验模式

大量实测结果表明^[1], $R-S$ 的关系如图 1:

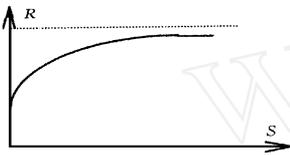


图 1 $R-S$ 的关系示意图

此关系特点是: R 随 S 的增加而增加, 即

$\frac{dR}{dS} > 0$; 变化率 $\frac{dR}{dS}$ 随 S 的增加而减少, 即

$\frac{d^2R}{dS^2} < 0$; S 较大时, R 随 S 的增加而迅速趋向于小于 1 的极值, 即: $\lim_{S \rightarrow +\infty} R(S) = R(\infty) < 1$.

经验模式集中于确定 R 和 S 之间的定量关系 已经提出的经验公式有单波段模式(如线性关系式^[5]和对数关系式^[6])、多波段组合型(如线性组合型、比值组合型和水色分析)等 在单波段型线性关系研究中, 已有的研究表明, MSS 5、MSS 6 和 TM 3 与悬沙的相关系数最高, 达 90% 以上, 对应波段为 $0.6-0.8\mu m$. 对 MSS, 水体悬沙含量不高时, 最佳波段为 MSS5; 水体悬沙含量很高时, 最佳波段为 MSS6 事实上, 悬浮泥沙的定量定位研究中, 仅 RS 是不够的 因为 RS 的许多定位定量问题需要 GIS 和 GPS 的支持 目前, 综合 3S 技术特点进行悬浮泥沙的定量定位研究的工作刚开始 因此, 针对具体的研究对象, 用 3S 技术定量定位研究水域悬浮泥沙问题还需进一步探索

2 3S 在澳门邻近水域悬浮泥沙定位定量研究中的应用

澳门地区包括 MACAU、TAPA I 和 COLONE 3 个半岛, 澳门邻近水域是指珠江河口西部, 西江河口东部的部分海域和河流(参考图 4). 据澳门基础信息和 3S 定位定量方法特

点, 澳门邻近水域悬浮泥沙定位定量研究流程如图 2 所示 现分别讨论各环节实现特点和过程

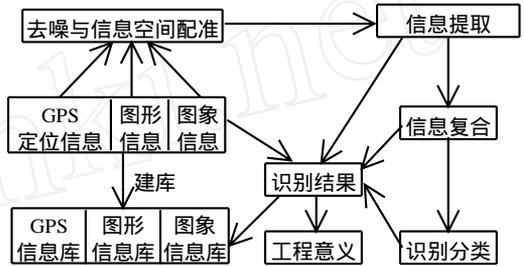


图 2 3S 技术研究澳门邻近水域悬浮泥沙流程

图 2 流程可以分解为信息建库、图象切割、图象去噪、空间配准、信息复合、泥沙信息通道选择、识别分类和图象识别工程意义几个环节

(1) 信息建库 信息建库包括 GIS 图形数字化和 GPS 定位信息建库 2 部分. GIS 图形数字化指研究区域边界数字化 GPS 定位信息建库包括建 GPS 经纬度定位信息表和地面控制点(GCP)数字化 GPS 定位信息用于图象几何纠正 在研究区域内共有 13 个 GCP 点, 其中 8 个用于图象的几何纠正, 其余备用 图 3 仅仅表示了澳门半岛的 GCP 布点及其直角坐标信息



图 3 MACAU 的 GCP 布点及其直角坐标信息

(2) 图象切割 图象切割是指对生成的原始图象进行切割, 其目的是为了减少图象数据量和提取研究区域范围 在切割中, 首先用选择框 (BOX) 在原始图象上进行研究区域选择 (研究区域应该全部包括在内), 生成一个坐标文件, 用此文件即可切得研究区域的各波段图象

(3) 图象信息去噪 一般说, 图象噪音包括探测器波纹、辐射干扰和薄雾干扰 3 部分. 探测

器波纹可用DESTRIPE命令消除 辐射干扰可以在图象头文件查到图象获取时的太阳高度,用下式即可消除辐射干扰: $BAND_a = BAND_a \div SNQ$ (式中 $BAND_a$ 是某一波段的图象, Q 为太阳高度角); 薄雾干扰消除首先要分析图象中景观的灰度值, 以确定是否有必要作去噪处理, 如在灰阶图中, 查询到水的灰阶值接近于0, 这时图象可不作去噪处理 反之则要进行去噪处理 在去薄雾干扰处理中, 用原图象的灰度值减去景观中灰度值的增加值, 这样就可以消除薄雾影响 若天气干扰太利害, 以至不能识别明显景观, 则图象就不能使用

(4) 空间配准 多源数据(RS、GPS 和GIS)的空间配准包括: 图象几何纠正和图象与图形配准 在研究中, GPS 的定位信息存贮在一个数据文件中, 它作为图形和图象空间配准的目标坐标值 在图象几何纠正时, 将各GCP坐标值得读入到图象中相应的目标点(与GCP点对应), 然后通过TRANSFORM 即可得到纠正后的图象 但纠正必须要满足RMS 要求, 若已有的GCP 点经过多次计算不能满足精度要求, 换用备用GCP 点作纠正, 至到RMS 满足要求 图象与图形的空间配准是通过坐标平移完成的, 在配准时先将GIS 图形转为栅格格式, 然后再作坐标平移 实际上, 空间配准的方法很多, 不一定要用GPS 采集坐标信息 如有大比例尺的地形图就可以得到精度很高的GCP 坐标值 在本研究中, 研究区域的陆地部分可以得到大比例尺的地图, 但海洋部分则没有大比例尺地图, 因而用GPS 采集GCP 的坐标值

(5) 信息复合 在图象切割中得到的研究

区域图象范围包括陆地和水域的图象波段信息 这里的信息提取是指割除研究区域图象中不需要的图象段信息(陆地部分), 保留所需图象波段信息(水域部分), 即用配准后的图形信息提取研究区的水域图象范围 在提取中, 首先将图形转为图象数据格式, 并将图形中的非研究区域赋值为0, 研究区域赋值为1, 最后将其与各通道的TM 数据作OVERLAY 乘操作, 就可以得到研究区域的各波段图象范围, 如图4所示, 它包括澳门邻近的河流和海域



图4 研究区域范围

(6) 泥沙信息通道选取 已有的研究结果表明, TM 3 与悬沙的相关系数最高, 达90%以上, 对应波段为0.6—0.8 μ m. 因此, 实际研究中选TM 3 作为悬浮泥沙信息提取通道

(7) 识别分类 将研究区域GIS 图形与经过去噪和空间配准后的TM 3 进行复合, 可得到研究区域内的TM 3 图象波段信息, 再经过图象SCLAR 增强与非监督分类, 就得到了澳门邻近水域的悬浮泥沙分类结果, 如图5



图5 悬浮泥沙空间分布规律识别结果

从分类结果知道, 澳门邻近水域悬沙可明

显分出7类, 各类面积统计如表1.

表1 澳门邻近水域悬沙类型面积统计/象元(30m × 30m)

悬沙类型	49	23	20	16	13	10	7	3
面 积	292032	31187	55511	58442	2322	2961	26511	1060

在分类结果图象中(49 是代表陆地), 类型23 悬沙含量最大, 类型20 悬沙含量其次; 类型3 含量最少, 类型16 悬沙含量次少. 因此, 澳门邻近水域悬沙含量有一个明显的高浓度带(类

型23 和20) 和一个低悬沙带(类型16) 分布规律

(8) 识别结果工程意义 从悬沙分类结果图象中, 可明显看出高悬沙带 (下转第78页)

表 2

$$q = k \cdot S_e \quad (1)$$

$$q = \frac{1}{Y} \cdot \mu + \frac{K_d}{Y} \quad (2)$$

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + K_d/\mu} \quad (3)$$

式中, q 为微生物比底物利用率(L/d); S_e 为出水 COD 浓度(mg/L); Y 为微生物产率系数(kg/kg); Y_{obs} 为可观测产率系数(kg/kg); μ 为微生物比增长率(L/d); k 为有机物降解速率常数[L/(mg·d)]; K_d 为微生物自身氧化系数(1/d).

表 2 生化反应动力学常数比较

项目	k /L·(mg·d) ⁻¹	Y /kg·kg ⁻¹	K_d/d ⁻¹	Y_{obs} /kg·kg ⁻¹
本实验结果	0.012	0.136	0.024	0.112—0.125
普通活性 污泥法 ^[2]	0.0068	0.523	0.011	0.450—0.496

由表 2 可见:

(1) 本实验 k 值约为普通活性污泥法的 1.76 倍。在一般活性污泥法中, 因溶解氧浓度的限制, 氧不能传递到菌胶团内部, 使菌胶团内部有一个没有活性的厌氧中心, 这部分微生物不能参加生化反应。加压后供氧充足, 提高了氧的渗透能力, 使整个菌胶团均处于好氧状态, 增

加了参与生化反应的微生物量, 同时, 使微生物具有较高的活性

(2) 与普通活性污泥法相比, 本实验 Y 值小, K_d 值大, 使 Y_{obs} 的均值约为前者的 25%, 即去除单位重量 COD 产生的剩余污泥量约为普通活性污泥法的 25%, 这将大大减少剩余污泥的处置费用

4 结论

(1) 本项目将加压生物氧化设备用于乙胺废水的处理, 在进水 COD 为 1000—3000mg/L, COD 容积负荷 8—20kg/(m³·d), 经过 2—6h 的加压生化处理, 出水 COD < 150mg/L, 达到国家规定的排放标准

(2) 与普通活性污泥法相比, 本方法具有生化反应速率快, 有机物去除率高的特点, 实验结果表明 F_v 约提高 10 倍, 去除 COD 所产生的剩余污泥量减少 75%.

参 考 文 献

- 1 Shinomura T et al. Biodegradation of Trichloroethylene by *Methylocystis* sp. Strain M Immobilized in Gel Beads in a Fluidized-bed Bioreactor. *Water Res.*, 1997, 31(9): 2383
- 2 王彩霞. 城市污水处理新技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990: 39—56
- 3 金秋. 纯氧曝气法废水处理及应用. *化工环保*, 1988, 8(1): 28—33

(上接第 75 页) 分布在澳门三个半岛的东南水域, 这将导致澳门外港的泥沙淤积。这一结论对澳门外港建设保护有重大意义。

3 结论与讨论

利用 3S 可以较精确地研究河口地区悬浮泥沙分布规律。澳门邻近水域有一个高浓度悬沙带和一低浓度悬沙带。高悬沙带对澳门外港的泥沙淤积有较大影响。文中所述悬沙分布规律的研究是一种半定量研究方法(有分布规律, 空间定位和类型面积), 还不是全定量研究, 但它为进一步的全定量研究提供了基础。如可以根据悬沙分布的空间规律和类型进行样点布置, 在定位采样分析数据的基础上, 可以建立遥感

图象光谱与悬浮泥沙的全定量关系

参 考 文 献

- 1 Munday J C et al. Landsat test of diffuse reflectance models for aquatic suspended solids measurement. *Remote Sensing of Environment*, 1979, 8: 169
- 2 Li Jing. Remote sensing quantity research of suspended Solids. *Environ. Sci. Technol.*, 1986, 6(2): 167
- 3 Li Xia. General Models of remote sensing quantity of suspended solids and its application in Zhujiang River. *Remote Sensing of Environment*, 1992, 7(2): 106
- 4 Feng Hui. Quantity models of remote sensing for suspended solids density. *Information of Remote Sensing*, 1987, 6(2): 16
- 5 Williams A N et al. Sediment concentration mapping in tidal estuaries. *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Sym.*, 1973, NASA SP-351: 1347
- 6 Klemas V et al. Coastal and estuarine studies with ERTS-1 and Skylab. *Remote Sensing of Environment*, 1974, 3: 153