

文章编号: 1004-7271(2002)03-0277-06

·综述·

3S 空间信息技术在海洋渔业研究与管理中的应用

Applications of 3S spatial information technology in marine fishery

苏奋振¹, 周成虎¹, 杜云艳¹, 邵全琴¹, 刘宝银²

(1. 中国科学院地理研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室 北京 100101;

2. 国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061)

SU Fen-zhen¹, ZHOU Cheng-hu¹, DU Yun-yan¹, SHAO Quan-qin¹, LIU Bao-yin²

(1. Institute of Geography Science and Resource Research, Chinese Academic Sciences, Beijing 100101, China;

2. First institute of oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

关键词 海洋渔业 遥感 全球定位系统 地理信息系统 3S 系统

Key words Marine fishery remote sensing global position system geographical information system 3S system

中图分类号 S911 文献标识码 A

海洋渔业面临着资源空间分布不均,开发强度失衡,渔具选择不当,渔船作业失控,海难补给与救助困难等问题。这些问题严重影响着海洋渔业的可持续发展。遥感(Remote Sensing, RS)、全球定位系统(Global Position System, GPS)和地理信息系统(Geographic Information System, GIS)三种空间技术的出现为解决这些与空间信息相关的问题提供了可靠的技术基础。遥感提供了海洋渔业的环境信息,全球定位系统提供了渔船及其作业的位置,地理信息系统提供存储、管理、显示和分析海洋渔业各种信息的坚实的平台。三者的综合运用更是海洋渔业现代化的必然趋势。

1 与空间信息相关的渔业状况

水产品是天然的食物来源,渔业是重要的就业途径和财政收入来源,是解决人口资源矛盾重要途径之一。世界粮农组织(Food and Agriculture Organization, FAO)在 2000 年渔业状况报告中指出,1999 年海洋渔业为人类提供了 92.6×10^6 t 的水产品,折合人均消费 15.4 kg;1998 年从业人员人数约为 3.6 亿^[1]。

然而渔业现状却不容乐观。人类要维持对鱼类 1996 年的需求量水平,按人口的增长率计算,平均每年要比上一年多获取 1600×10^4 t^[2],但实际上从 1994 年到 1999 年四年合计增长不到 1300×10^4 t。

从全球海区来看,许多主要渔场的捕捞量已达到最大可捕量,许多渔场的资源甚至已呈衰竭现象,这些区域已可称为“渔业荒漠区”。而 FAO 认为在部分区域(东印度洋和太平洋中西部)却仍然有潜力可挖^[3]。

就鱼种而言,大约 40%~50% 的鱼种开发已达到最大极限,15%~18% 已过度开发,不再具有增产的可能,而 9%~10% 已经衰竭^[4]。与此同时,全球渔捞中幼鱼比例却逐年增高。另一方面,全球约有

收稿日期 2002-06-05

基金项目 国家 863 计划海洋监测主题资助项目(2001AA639080 2001AA633010)

作者简介 苏奋振(1972-)男,福建永定人,博士后,从事 RS&GIS 资源环境和生态方面的研究,联系地址 北京安外大屯 917 大楼信息室 100101, E-mail: sufz@lreis.ac.cn

20%的鱼种却未得到充分利用。可见有些鱼种需要采取限制和休养措施,有些鱼种需要进一步开发,只有这样才能保护全球渔业资源,实现全球渔业的可持续发展。

但是,哪些海域需要休养,哪些海域需要禁渔,哪些海域可以加大力度开发;或者说,哪诵酥已诵要保护,哪些种群可以加大捕捞力度,这就需要知道各鱼种分布在哪些海域,每一海域有哪些鱼种,其资源状况如何。这些问题的有效解决需要先进的空间信息管理和分析手段。

从渔船生产与救护来说,面对庞大的渔船数,如何在全球范围内进诵烁俗、监瞬、指嘶,从而私说撒业捕捞成本,加强协作,在危险来临(恶劣天气)时,提供有效措施,维护渔船航行安全。这也需要先进的空间信息管理手段。

从海洋渔业所使用的渔具来说,目前许多渔具对环境具有极舜说似嘶俗撒,例已送送宋法选择捕嘶底设施造成破坏,比色。送网俗艘朔硕说酥,烁吮嘶说诵颂,似嘶嘶说松颂讼送。肆送嘶嘶对对象,除了使许多海洋生物外,

2 3S 技术的应用

遥感、已饲定位系统嘶说理信息系统,简称 3S 技术,正是处理空间信息的有效工具。在大中顺硕上,海洋渔业研究和管理所需的环境信息数据可以通过遥感手段来获取的,而在收集、存储、提取、转换、显示和分析这些海量空间信息(包括环境信息、渔业信息和其它辅助信息)时,地理信息系统作为一个极为有效的计算机工具常常是不可缺少的。渔业行为、资源分布和生态过程的具体地理位置是空间数据的重要内容,但往往不易精确而方便地测得,GPS 使这个问题迎刃而解。

2.1 遥感获取海洋渔业环境信息

遥感是通过装载在航天(空)器上的探测器对地球进行探测的过程和方法。海洋鱼类的生长发育、分布与迁移均与其生活的海洋环境密切相关,而遥感可获取海洋环境动态信息,其信息包括两大类,非生物信息和生物信息。非生物信息包括流、涡、上升流、水团、锋面、波、浪、风和温度场等信息,生物信息主要是叶绿素场。同时遥感具有的快速、同步、经济地获取面信息的优点,部分解决了海洋数据获取耗时、耗力、不同步的困难。

在渔业应用上,目前已利用 NOAA AVHRR 数据制作全球的海面温度图,进行海表温日常预报;应用气象卫星资料确定海况,选定渔船最佳航线,从而缩短航行时间,节省燃料,保障船舶及货物安全;利用微波高度计探测海面变化,通过波谱分析获取海底地貌信息和大地水准面;利用 SAR 探测内波及浅海水下地形及障碍物。

80 年代中期,美国西南及东南渔业研究中心(WSFSC,ESFSC)将遥感技术应用于加利福尼亚沿岸金

枪鱼和墨西哥湾的鲷鱼和稚幼鱼资源分布及渔场调查研究,取得了成功,并且利用 Nimbus-7 CZCS 水色扫描仪所获得的信息,定期计算了墨西哥湾的叶绿素和初级生产力的空间分布,并结合利用 NOAA AVHRR 信息计算海面温度及其梯度分布,发现了鲷鱼和稚幼鱼资源渔场分布与上述信息的相关关系,研究出定量回归模式,此后又将这一成果结合专家系统广泛用于美国墨西哥湾的渔业生产。

日本农林水产厅自八十年代以来也一直以气象卫星遥感信息为主,为该国海洋捕捞作定期渔场渔情服务,包括每隔 5d、7d 的整年定期渔海况速报,渔汛期季节性的定期渔海况速报和全年(每 10 天一次)的渔海况速报。Tokai 大学还利用卫星监测夜间在日本附近海域作业渔船的灯火分布,并将它与遥感反演的海表温进行叠加分析,发现渔船作业大多在冷暖水边界靠冷水的一边,这就为海洋渔业资源管理提供了依据^[5]。目前,日本海渔况速报和预报的品种、预报海域的范围均不断扩大,技术水平处于国际领先。

国内把遥感技术应用于海洋渔业的研究始于八十年代初。首先对气象卫星红外云图在海洋渔业上应用进行了探索性的研究,利用外部定标方法提取卫星红外云图中的海面水温信息,在此基础上,结合非遥感源的海况环境信息和渔场生产数据,经过综合分析,手工制作成黄、东海区渔海况速报图,并定期(每周)向渔业生产单位和渔业管理部门提供信息服务。国内进行的气象卫星海况情报业务系统的研究工作,包括对气象卫星海面信息的接收处理,海渔况信息的实时收集与处理,黄东海环境历史资料的统计与管理,海渔况速报图与渔场预报的实时制作与传输,海渔况速报图的应用等,其研究成果的水平基本接近日本同类水平。但在智能化、可视化、应用的广度和深度方面尚存在一定差距。

我国于 1988 年发射了 FY-1A 卫星以来,相继发射了 FY-1B(1990 年),FY-1C 极轨卫星(1999 年),2002 年一箭双星发射了 FY-1D 极轨卫星和我国第一颗海洋卫星 HY-1。2000 年 6 月发射成功的 FY-2B 静止气象卫星,可对固定海域实行 30min 间隔的高频次监测。系列气象卫星和海洋卫星为我国渔业开发提供持久的海洋与气象遥感信息的支持。

2.2 全球定位系统(GPS)提供定位信息

GPS 可快速、廉价地获取渔业研究与管理所需的数字位置信息,比如可以获取渔船的位置、航迹以及投网的位置,可以为渔业研究调查的采样进行定位等。

1993 年澳大利亚渔业管理局在渔船上装载 GPS,在岸台建立渔船动态监测中心^[6],对渔船进行分区监控。船载 GPS 通过海事卫星 INMARSAT-C 自动向岸台通报船位和渔获量,从而确定最佳的捕捞努力量及其在空间中的配置,为渔业生产、资源保护和休养措施的制订提供决策支持。加拿大海洋渔业局(Fisheries and Oceans Canada)则在 1997-1999 年针对大西洋鲨鱼生产的综合管理计划中确定了用 GPS 监控捕捞点,岸台记录船位与捕捞量,从而控制捕捞量的方案。Meaden, G. J. 和 Z Kemp 用 GIS 和 GPS 监控努力量与捕捞量,从而分析两者关系,用于指导努力量的空间最优分配^[7]。

美国国家海洋渔业服务(NMFS)将船只监测系统(vessel monitoring system, VMS)装载在渔船上,利用 GPS 监测其航行轨迹,管理部门可以通过航速判断船只在特定区域是通过还是作业,系统已经被用于新英格兰的乔治湾和夏威夷禁渔区管理,这就为处罚非法捕捞提供了科学的依据^[8]。美洲渔民研究基金会(AFRF)则提出用 GPS 和岸台记录使捕捞努力量与捕捞量合理化。其根据是,如果在一区域的作业船马力数多于渔业资源的支撑量,认为是过度投资,应该减少船只马力数,如果小于支撑量则需要调度渔船增加努力量^[9]。目前美国使用渔船监测系统包括 ARGOS、Boatrace Eutelsat、INMARSAT、Mobile Datacom 等。

欧盟于 1993 年也通过决议要求进行卫星监测船位计划。西班牙选择 INMARSAT-C 及 Euteltrace 两系统进行测试,参与计划的渔船均安装一种叫“蓝匣子”的设备,用于传送船位、航速及航向等信号。日本与韩国在北太平洋作业的渔船均装有 Argos 的渔船监测系统设备。另外南太平洋各岛国、阿根廷、秘鲁、摩洛哥等也已实施或计划建立自己的渔船动态监测系统。另外,根据国际海事卫星组织的规定,自 1999 年 2 月 1 日起,300 总吨或 45m 以上的船舶必须无条件按 GMDSS 的要求配备通讯设备,目前采用的监控系统只是一个过渡。可见为了船舶安全和渔业资源更有效的管理,船舶动态监测系统的应用已成

为世界沿海国家的共识^[10]。

在国内,相关单位研制的“带航迹显示的渔用 GPS 和‘渔船航海工作电脑系统’”,在渔船导航系统的更新和渔船安全航行中起了重要的作用。农业部渔业局从国家管理的角度开发了基于位图的渔船 GPS 监控系统,系统以海图为背景,将渔船发送回来的 GPS 定位信息及其渔船代码显示在背景上,从而实现了对众多渔船的监控和调度。这些都为 GPS 渔船管理的实践积累了不少经验。

2.3 GIS 提供平台和工具

无论是遥感信息、GPS 信息以及其它的与空间相联系的渔业信息,都需要有效的组织、管理和分析,才能发挥其作用。地理信息系统作为一种处理空间信息的软件平台不仅拥有信息系统所具备的一般特征,而且具有功能强大的处理和分析分布式空间信息的能力^[11,12]。系统中,各种渔业信息将被表达成一系列具有空间位置属性和拓扑关系的空间对象,从而将大量的数据整理为具有统一地理参照系的规整的数据集,使得人们能够按照自己的意愿迅速地操作渔业大数据集,这样更易于认识、理解和分析各种复杂渔业现象相互之间的关系、模式和过程。

地理信息系统在海洋渔业领域的介入,为前面提到的许多海洋渔业空间问题的解决找到了“锋利的工具”。它将有效地存储管理和分析鱼类保护和开发信息,从而使渔业生产可持续发展,正如著名渔业专家 Meaden 所说,地理信息系统因其对大数据量空间数据集处理的精度和速度,使其对许多学科的贡献具有革命性^[13]。

GIS 的渔业应用以美日英三国最为深入,其众多的应用实例及评述可参见文献^[14]。其中日本对为促进 GIS 在海洋渔业中的应用,日本农业水产厅、环境模拟实验室(ESL)专门成立了海洋 GIS 研究组,并开发了一套海洋渔业 GIS 系统 Marine Explorer,并组织每三年一次的海洋渔业 GIS 国际研讨会。由其组织的第一届海洋渔业 GIS 国际研讨会,于 1999 年在美国华盛顿州西雅图召开,第二届将在 2002 年 9 月在英格兰东南部的布赖顿召开。

我国的海洋渔业 GIS 的应用也已步入了一个新的阶段,比如建立了一些基础数据库^[15],对我国沿海省市渔业经济区域类型进行区划^[16],对东海区渔业十一年的资源状况进行了时空分析,探求了东海渔业资源的时空动态变化及其与环境的关系,利用 Geary 指数和半变异函数分析了资源分布的空间相关性及异质性,针对东海各主要渔场计算了每年的渔场重心,发现东海渔场十一年来存在空间漂移规律,建立了用于发现渔场形成机制的数据挖掘模型^[17-21]。

2.4 3S 技术的综合应用

综合利用 3S 技术处理渔业问题是近一两年的新动向,世界各国都给予了足够的重视。

Pollitt^[22]综合利用 GIS、数据库技术和专家系统,建成渔业保护信息系统(FPIS),为爱尔兰海域渔业巡逻服务,并对在该水域作业船只进行管理,每艘巡逻艇上装有船上系统,系统上可以查询相关法规,专家系统用于判定渔业合法性,其后台数据库存放于海军计算中心,数据库数据较为全面,除法规外,还有船只信息、背景信息,比如管线、地质、地貌等,数据更新采用卫星通讯。

英国的渔业资源动态管理系统 FISHCAM2000(简称 FC),由二部分组成:船载模块和管理模块。其中,船载模块安装在船载微机中,定制的软件系统与全球定位系统相连。渔船启航,船长首先将该船队有关的数据,如渔船特征数据、船员数、启航港口等输入 FC,开启 GPS 系统以固定时间间隔记录渔船位置,开始捕鱼时,GPS 记录起放网船位,并记录拖网过程中两个参照点位置,对渔获物都进行分类和称重,并及时输入 FC,航次结束时,将所有数据以电子传输方式或磁盘方式供给渔业主管部门。有关主管部门将收集所有船只的数据,输入管理模块。其管理模块基于面向对象的数据管理系统(ODBMS),它具有满足管理需要的一系列数据处理和分析功能,ODBMS 与一个 GIS 相连,可以以报表、图形或地图方式输出系统分析结果^[23]。

我国在“九五”计划期间实施了“海洋遥感信息服务系统技术与示范试验研究”,建立了具有自主知识产权、可业务化运行的海洋遥感信息服务系统。系统利用遥感技术获取海表面要素信息,主要是海表面

温度和叶绿素信息,利用 GIS 技术作为空间信息运算的平台,利用车载 GPS 获取渔船位置,从而实现
对渔业生产的指挥调度。利用专家系统比较历史案例与现实生产的中心渔场位置和环境条件,从而预测
下一周的中心渔场位置。

3S 的综合运用采用的逻辑关系一般如图 1。遥感获取环境信息,渔船或调查船(GPS 定位)获取鱼
类信息(种类,生物学信息,种群信息等),GIS 分析两者关系,建立预报模型,从而计划渔业生产,保护
控制和开发渔业资源。

2.5 空间信息技术海洋渔业应用的趋势

随着信息技术的发展,空间信息技术也将从中不断地吸取营养并加速自身的发展。毫不例外地,
3S 技术在海洋渔业中的应用也会相应地得到发展。其发展主要会表现在以下几个方面:

- (1)海洋渔业空间信息系统的理论将进一步完善。由于空间信息技术应用到海洋渔业的时间尚短,许多技术尚需在应用中检验其有效性,并在实践中不断完善。比如现有的数据结构和
管理都不太适合渔业的动态数据的管理和分析。
- (2)技术系统的进一步完善。由于影响海洋渔业的因素很多,既有社会因素,比如捕捞政策,经济状况,消费文化等,又有自然因素,比如气象的变化,动力条件的变化,各海区的温度场、叶绿素场的变化等。技术系统的完善将使渔业的模拟与分析能够考虑更多的因素,而目前的模拟和分析仅仅考虑了自然因子。
- (3)更多的信息技术将被引入,特别是数据挖掘等新兴的理论和手段,比如如何从现有的众多貌似杂乱的数据中发现鱼类的行为规律,比如洄游规律,聚集规律,从而为鱼类的保护,渔场的预报作进一步的服务。
- (4)渔业模型将有所改变。传统的渔业模型大多不考虑空间变量,随着空间技术的引入,一方面现有的一些渔业模型将被改造成含有空间变量的数学模型,另一方面将会有一些含有空间变量的新的模型产生。
- (5)渔业管理模式相应改变。受社会传统习惯的阻碍,空间信息技术系统的管理应用还是比较有限,主要障碍是信任、追求和利益的问题。与渔业相关的利益者主要有渔民,渔业加工者,渔业管理者,资源评估者,鱼类学家和学术团体,行政者(从政人员)等。每一团体都有自己利益所在。比如渔船作业时并不希望自己的行踪被其它渔船知道,也不希望管理部门知道。又比如我国渔政、船检、船监部门是分开的,各自发放捕捞许可证,船舶检验证和船舶登记证并收取一定费用,按国家规定渔船必须有此三证才能出海捕鱼,但往往渔船三证不全,如果联合管理将直接涉及三部门的利益。

3 结语

现代空间信息技术的发展日新月异,在许多学科和行业得到了广阔的应用。在遥感技术,全球定位技术和地理信息技术的支持下,海洋渔业资源空间分布不均,开发强度失衡,鱼具选择不当等问题将有望得到更为有效的研究和控制。

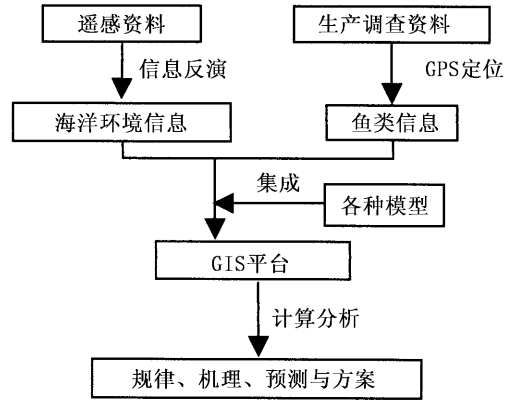


图 1 3S 渔业研究逻辑图

Fig.1 Flow chart for fishery research using 3S

参考文献：

- [1] <http://www.fao.org/DOCREP/>[Z].
- [2] 莫杰. 当今海洋科学五大热点问题[J]. 海洋科学, 1996, 20(6): 24.
- [3] <http://www.fao.org/DOCREP/003/>[Z].
- [4] <http://www.cites.org/>[Z].
- [5] CHO K, ITO R, SHIMODA H, et al. Fishing fleet lights and sea surface temperature distribution observed by DMSP/OLS sensor[J]. Int J Remote Sensing, 1999, 20(1): 3 - 9.
- [6] <http://www.fishindustry.sa.com.au/prawn/sgwcpf/>[Z].
- [7] Meaden G J, Kemp Z. Monitoring fisheries effort and catch using a Geographical information system and a Global Positioning System[A]. Hancock D A, Smith D C, Grant A, et al. Developing and Sustaining World Fisheries Resources: The State of Science and management[C]. Second World Fisheries Congress, rishbane, Australia. 1996. 238 - 244.
- [8] Richard K Wallace, William Hosking, Stephen T Szedlmayer, Fisheries Management for Fishermen: A manual for helping fishermen understand the Federal management process[R]. Auburn University Marine Extension & Research Center, 1994.
- [9] <http://www.afri.org/primer/part3.htm>[Z].
- [10] 陈思行. 世界各国渔船监测系统的发展现状[J]. 远洋渔业, 1998(3): 45.
- [11] 周成虎. 地理信息系统的透视[J]. 地理学报, 1995, 50(增刊): 9.
- [12] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [13] Meaden G J. GIS in fisheries science: Foundations for the new millennium[A]. Proceedings of the First International Symposium on GIS in Fishery Science[C]. March 2 - 4, 1999, Seattle, Washington, USA.
- [14] 苏奋振, 周成虎, 邵全琴, 等. 海洋渔业地理信息系统的发展、应用与前景[J]. 水产学报, 2002, 26(2): 169 - 174.
- [15] 陈卫忠, 李长松, 胡芬, 等. 东海区海洋渔业资源研究数据库系统的设计和实现[J]. 中国水产科学, 2000, 17(4)
- [16] 陈新军, 张相国. 中国沿海省市渔业经济区域类型的初步探讨[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(2): 183.
- [17] 苏奋振, 周成虎, 杜云艳, 等. 海洋渔业地理信息系统应用的时空问题[J]. 应用生态学报, 2002, 待刊.
- [18] 苏奋振, 周成虎, 刘宝银, 等. 基于海洋要素时空配置的渔场形成机制发现模型和应用[J]. 海洋学报, 2002, 24(5).
- [19] 苏奋振, 周成虎, 邵全琴, 等. 东海区鱼类资源时空迁移[J]. 中国水产科学, 2001, 18(3): 45 - 51
- [20] Fenzhen Su, Chenghu Zhou, Quanqin Shao, et al. Analysis of Spatio-temporal Fluctuations of East China Sea Fishery Resources Using GIS[A]. Rodriguez G R, Brebbia C A: Environmental Coastal Regions III[C]. Southampton: WIT Press. 2000. 249 - 257.
- [21] 杜云艳, 周成虎, 邵全琴, 等. 东海区海表温度与中上层渔获量关系时空分析[J]. 高技术通讯, 2001, 11(2): 56 - 60.
- [22] Pollit M. Protecting Irish Interest: GIS on patrol[J]. GIS Europe. 1994, 1(6): 18 - 20.
- [23] www.cant.ac.uk/depts/acad/geography/fish/fishcam.htm[Z].