

面向服务的极地地理信息共享与应用

王 跃¹ 庞小平¹ 王晓璇²

1 武汉大学中国南极测绘研究中心,湖北 武汉,430079

2 中国水产科学研究院东海水产研究所渔业资源遥感信息技术重点开放实验室,上海,200090

摘要:为解决极地考察数据表达中的基础地理信息不统一,难以进行成果集成等问题,本文根据极地地理信息多源、异构、分散等特点,提出了基于服务资源池的极地地理信息共享模式。利用资源池调度、多级服务平滑链接、专题地图渲染服务等技术,开发了面向服务的极地地理信息共享平台,并以南北极环境综合考察与评估标准底图发布为例,完成了130幅极地底图数据的标准化整理制作与资源共享,所采用的基于服务资源池的极地底图共享模式实现了服务接口让空间数据以地图方式在线共享;后台GIS服务引擎让地图带着空间分析功能共享;服务聚合满足多维度上的共享需求。为南北极考察成果的集成提供了有效保障,也为后续南北极考察成果的表达和共享提供了很好的基础。

关键词:极地;地理信息;SOA;服务资源池;共享

中图法分类号:P208;P412 **文献标志码:**A

随着极地考察活动的展开,特别是2011年“南北极环境综合考察与评估专项”启动以来,海洋、生物、气象、资源、环境、测绘等多个学科领域积累了丰富的极地考察数据,各学科对数据的收集、存储、处理与传播逐步由集中式走向分布式、开放式,强调过程协作和成果共享,对基础地理信息需求逐步向标准化、网络化发展。因此,制作、集成和共享标准化、系列化的基础地理底图和现场调查工作底图是确保极地考察成果规范、高效集成分析的重要基础性工作。

世界上主要的极地考察研究国家早已认识到集成共享地理信息在极地应用中的重要性,南极研究科学委员会(SCAR)开展了诸多项目促进多国合作开展极地地理数据的研究,如支持英国南极调查局开展南极数字数据库(ADD)项目为全球制图项目提供南极的地形数据^[1],该数据库每6个月更新一次数据内容,2012年发布的6.0版本更新了数据的Web接口,可以链接更多的外部数据库进行数据整合。由澳大利亚Johnstone负责的南极地理数据集成(AGDI)计划综合了7个基础地理数据集,使全球变化的研究者和其他科学家能方便使用^[2]。还有针对特定区域的研究,比如针对乔治王岛区域,不同国家依据统一的规范

开发了不同的GIS平台^[3-5]。1999年武汉测绘科技大学中国南极测绘研究中心联合测绘遥感信息工程国家重点实验室,研究发布了“中国南极互联网地理信息库”,能够提供可视化的空间信息^[6]。国家908专项“数字海洋极地研究”初步建立极地3大平台(基础信息平台、专题应用平台、公众服务平台),并正在整合各类数据对平台进行发展和完善。除了SCAR不断推进的各项南极GIS计划,许多国家的研究者也开展了诸多极地GIS的研究^[7-9]。

GIS技术的进步使地图由电子化、地图数据仓库化问题发展到了地理信息共享交换与服务的问题,本文开展了面向服务的极地地理信息共享与应用的研究工作,在分析极地现有地理信息资源基础上,基于面向服务的体系结构(service oriented architecture, SOA)思想,设计了极地地理信息共享模式,开发了面向服务的极地地理信息共享平台,实现了极地系列标准底图资源信息的集成、多级服务平滑链接、资源目录与底图一体化展示等功能,为极地考察工作奠定了统一的信息表达基础,数据共享交换基础及信息成果集成基础。

1 极地地理数据集成

极地地理数据集成是促进极地科学数据管理、共享的基础工作。极地地理数据由大陆地表、海底、冰盖表面等各种格式和不同尺度的矢量、栅格数据组成。由于极地特殊的地理位置,极地的地理数据具备以下一些特性。

1) 多源性。极地的地理信息数据来源多样化,本研究融合了国内外多源权威数据,主要包括 ADD 的 Web 接口数据、AGDI 的基础地理数据集、我国极地科学数据库的测绘数据及俄罗斯、澳大利亚等国的出版地图数据。

2) 异构性。多源化数据主要存在两个层面的异构:

(1) 格式异构:极地地理数据类型有线划数据、影像数据、晕渲数据等,包括 SHAPE、TIFF、IMG、CAD、GRID、JPG 等多种格式,采用不同比例尺或投影方式。

(2) 语义异构:同一地理信息单元在地图中的几何特征是一致的,却对应着多种语义,如地理位置、海拔高度、气候、地貌、土壤等自然地理特征;同时也包括社会活动信息,如区域界限、物种情况、考察站分布等。由于不同系统解决问题的侧重点不同,因而会存在地理语义的分歧。

3) 分散性。极地考察是多单位共同参与的综合性考察,所获数据涉及的学科多、数据种类多,数据由各业务单位产生并存储。数据资源分散,不能在物理上进行集中存储和管理。

根据极地地理数据特点进行集成首先必须进行标准化处理。

(1) 坐标系统规范:为保证发布后数据可以叠加显示,避免同一地物坐标不同的情况,需要对数据的坐标系统进行统一,确定坐标及投影规范。本研究中使用 WGS84 坐标系统,采用高斯、墨卡托、极方位投影表示重点区域的各类基础地理要素。

(2) 比例尺规范:确定数据的比例尺标准,在对需要进行瓦片处理的地图服务,均使用统一比例尺标准进行层级设计。

(3) 元数据:由于数据的分散性特征,应采用松耦合管理体系,结合基于 SOA 技术的数据服务特点,极地地理信息元数据构成分为传统的极地地理信息数据元数据和极地地理信息数据服务资源元数据两类(图 1)。元数据结构遵循 GIS 行业标准,支持 Web 检索及集成数据服务,为面向

服务的共享模式设计奠定基础。

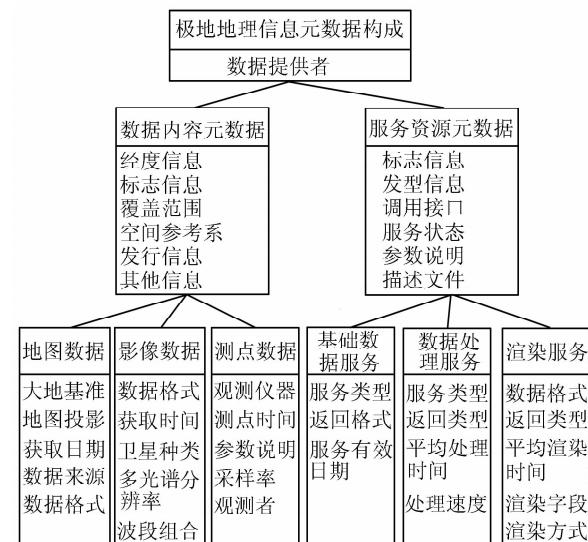


图 1 极地地理信息元数据构成

Fig. 1 Metadata Composition of Geographic Information in Polar Regions

2 极地地理信息共享模式设计

基于 SOA 思想,本文设计了面向服务的极地地理信息共享构建流程(图 2)。

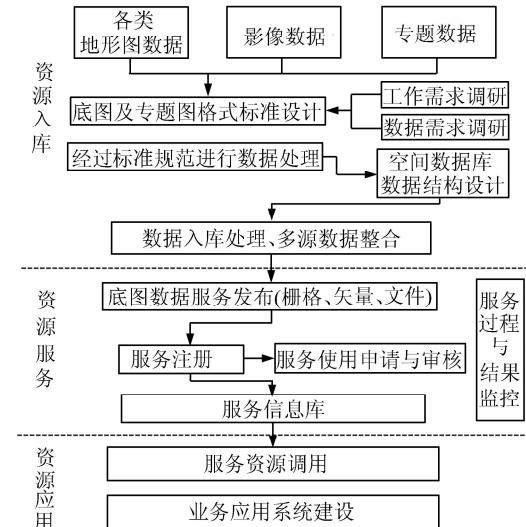


图 2 极地地理信息共享构建流程

Fig. 2 Geographic Information Sharing Architecture Process in Polar Regions

如图 2 所示,该构建流程主要分为以下 3 个步骤。

- 1) 资源入库。将分布于网络中的异构资源经过标准化、规范化处理后封装入库;
- 2) 资源服务。实现资源的注册管理,并为完成不同的任务诉求提供所需的信息;
- 3) 资源应用。为用户请求需要完成的目标

资源操作,不同的专业主体有不同的任务诉求。这3个步骤之间通过网络协议、空间元数据等方式协同工作。

基于该构建流程框架,本文提出了基于服务资源池的共享模式(图3)。资源池是随着网格技术而兴起的新的资源管理模型,在大数据、云计算时代这种模型得到了进一步的发展和扩充。所谓资源池是对资源在逻辑上实现统一调度和管理的一种方式,对外提供统一的资源调用接口使用户能够按需使用资源。资源池的模式能够提高资源的利用率,实现真正意义上的资源共享。

(1) 服务资源准备:①完成对不同数据的标准化、格式化整理工作。将数据按照元数据标准、规定的空间参考标准、格式标准,形成合乎规范的图件并按要求发布为图层服务。②经过整理规

范化后发布的数据或来自外部的地图服务数据均可在资源管理池中登记注册,注册时需按照元数据标准规范录入,经审核后,该服务将作为服务资源,进入到服务资源池中,纳入资源池。

(2) 资源池管理:对资源池内服务资源,使用资源调度、资源监控及资源优化等方式进行统一管理。资源调度根据资源池内的容量及负载情况,将服务资源动态分配到各资源节点中,实现分布式资源存储管理;资源监控主要对资源的服务提供能力进行有效监控避免服务中止等现象;

(3) 服务封装与请求:资源池将服务资源封装后对外提供规范化的服务调用接口,包括基础地理服务、数据处理服务及渲染服务。用户通过发送服务请求,资源池为用户寻找合适的资源服务并驱动资源工作,为用户提供服务。

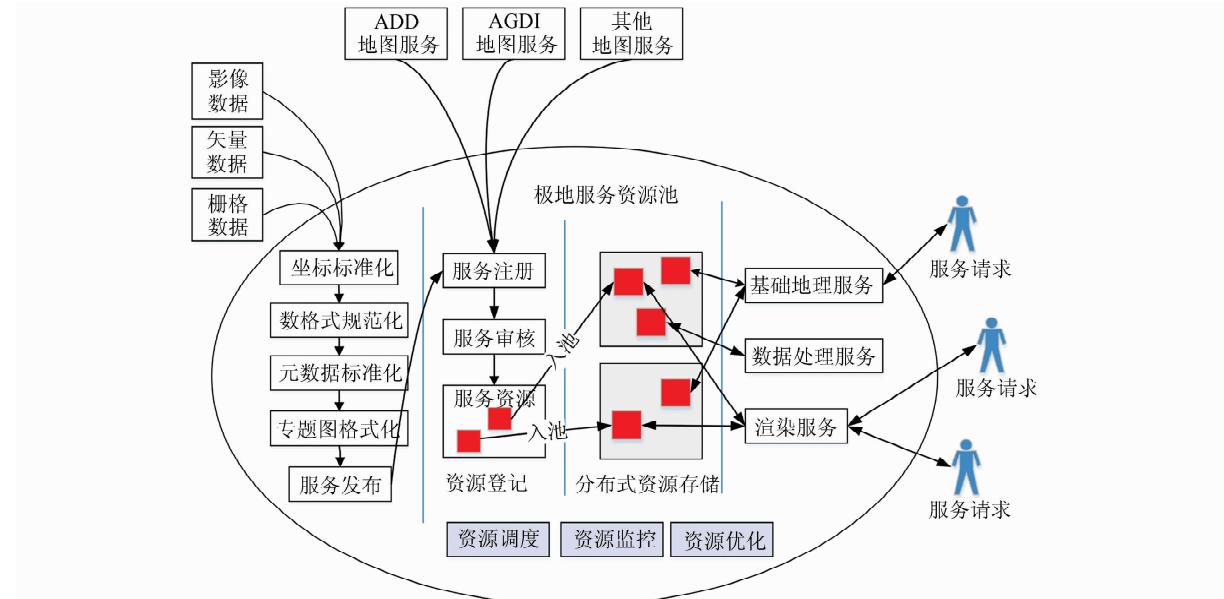


图3 基于资源池的极地共享模式

Fig. 3 Sharing Model in Polar Regions Based on Resource Pool

3 关键技术实现

3.1 资源池及调度技术

通过资源池管理将分布在各个物理节点上的各种极地地理信息服务统一管理起来,为资源请求者提供访问资源的简单且统一的接口。所有资源通过远程调用的方式访问,根据服务资源的物理存储性能,WSDL服务描述信息,传输通讯的实时性能,综合调度资源池中的服务资源,以更高性能提供共享使用,满足同一资源被更多的用户所使用。

为提高调度性能,为资源池建立服务资源目

录,资源目录按照数据信息和数据服务信息建立,如制图区域、投影(高斯、墨卡托、极方位投影)、类型(线划、影像、晕渲)、数据格式、数据提供单位信息、数据服务类型、数据服务周期等信息均有序纳入资源目录表中。同时,资源目录信息与地理信息展示实现一体化,可以按照资源目录直观地在地图上看到资源所处的位置、覆盖范围及服务描述信息等内容,实现地图服务与信息资源的一体化展示和关联。

3.2 多级服务平滑链接技术

极地数据中,小比例尺地图覆盖整个南北极地区,以南极洲、南大洋、北冰洋等为主要制图区域,采用高斯、墨卡托、极方位投影表示重点区域的各

类基础地理要素。大、中比例尺地图覆盖极地专项调查的各个区域。极地的底图数据获取途径有限，无法在一张底图同一坐标系统下实现无级缩放。

在平台实现中，系统会自动根据底图浏览范围区域去查询该区域内其他底图服务信息，并通过线框显示服务底图范围及服务描述信息。用户可选择手动进入下一级服务图层或由系统自动根据坐标系、显示范围等参数信息平滑过渡到下一层的底图服务，从而实现对极地底图资源的多级平滑过渡。平滑链接算法流程如下。

- 1) 根据浏览范围变化,自动查找视窗范围内的所有服务信息,以中心点为评判基础。
 - 2) 动态显示服务资源信息,包括底图描述信息,可通过在兴趣点上点击手动进入下一层服务。
 - 3) 与步骤 2) 同步,通过参数信息,如果地图坐标范围已经进入下一级服务的初始比例尺范围内,且下一层服务的初始坐标大于本层服务的初始坐标,系统自动选择一个服务并进入。
 - 4) 系统自动读取步骤 3) 中得到的服务的坐标系、服务地址等参数信息,并根据步骤 3) 中达

到的比例尺信息，匹配最合适的显示级别范围，从而实现服务信息的切换。

5) 系统记忆从哪个服务进来的,当图形缩小到最小坐标范围且继续缩放时,系统会自动回到上一层服务,且匹配适宜的显示范围。

3.3 专题图渲染服务

专题图渲染通过应用程序接口、GIS 服务器直接的信息交互实现,包括地图选择、业务数据注入及地图渲染。地图选择需要根据用户的用图请求,通过调用服务接口返回地图数据。业务数据注入则根据需要渲染的主题对象。地图渲染利用空间数据渲染图层,完成空间地理数据的叠加。

4 应用实现

4.1 功能模块

根据基于服务资源池的极地地理信息共享模式设计思想,结合极地专项工作任务要求,极地地理信息共享平台划分为数据准备、资源管理及业务应用 3 大模块。系统功能框架如图 4 所示。

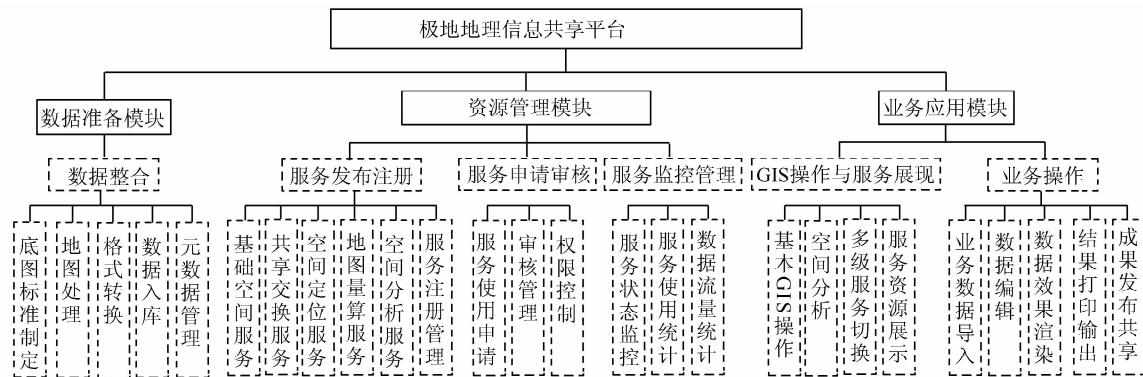


图 4 功能框架图

Fig. 4 Function Framework Diagram

- 1) 数据准备模块。数据准备模块独立运行,实现各类多源数据文件进行数据格式规范的统一。通过对不同格式、不同比例尺、不同投影的地理数据的规范化处理,利用元数据进行数据管理,使用资源目录对数据进行有效分类入库,为服务发布提供数据基础。

- 2) 资源管理模块。资源管理模块实现对入库后的极地空间数据的发布、服务注册及控制管理,完成数据被请求访问及安全使用。服务发布注册实现支持服务扩展的服务注册功能,第三方服务可按照规定的格式规范注册到平台中,满足服务的多级联合调用需要。服务管理使用资源目录形式实现快速的服务资源检索和查看,方便数据使用单位快速、准确获取所需要的,满足地图范

围、比例尺、分辨率要求的地理数据。服务申请与审核实现对服务请求的流程控制，确保服务可控及服务安全管理。服务监控管理实现对服务资源、服务状态、服务时长及用户使用状态、服务提供情况等进行实时信息管理。

- 3) 业务应用模块。当前,极地专项地理数据应用单位大多使用 ODV、GMT 等行业软件对极地考察过程中形成的大量业务数据进行空间要素的分析处理,数据底图基本上基于软件平台自带的地理数据开展。为更好地满足用图单位进行业务数据操作及业务功能展示,在业务应用模块设计开发了包括服务资源浏览、业务数据导入、渲染效果生成等功能,并可以支持地图的打印输出,满足用图单位直接在平台中通过浏览器进行业务数

据的展示分析及成果生产功能,同时,业务单位生成的成果数据,可继续使用本平台的数据服务功能,共享给其他单位使用。

4.2 开发环境

基于成果的严密性及信息系统安全性考虑,在架构搭建中核心 GIS 软件采用国产 GeoStar 软件产品。

系统后台地图服务发布及服务安全管理采用 GeoStar 国产软件,服务注册及申请审核、服务统

计等利用.NET 框架开发实现,地图数据交换及图形可视化采用 FLEX 平台开发,数据传输交换使用 XML 格式和 Web Service 方式。

4.3 平台应用

本文以南北极环境综合考察与评估标准底图发布为例,对 4 个考察专题覆盖的区域范围共 130 幅底图经标准化规范后,通过 WEB 发布并供各用图单位下载使用,实现南北极极地考察底图数据的共享。平台运行界面如图 5 所示。



(a) 系统界面



(c) 多级服务过渡



(b) 服务资源集成



(d) 业务数据渲染输出

图 5 平台运行界面

Fig. 5 Interfaces of the Platform

5 结语

基于本文设计的面向服务的极地地理信息共享方法,完成了 130 幅极地底图数据的标准化整理制作与服务发布,实现了基础地理信息数据的共享、数据的发布与图形操作,所采用的基于服务资源池的极地底图共享模式实现了全方面极地地理信息共享;服务接口让空间数据以地图方式在线共享;后台 GIS 服务引擎让地图带着空间分析功能共享;服务聚合可满足多维度上的共享需求。

平台运行情况表明,面向服务的架构设计为极地专项的实施提供了丰富的基础地理数据和统一、标准的地理参考,确保各学科专题地图成果的标准化、规范化和集成分析高效化,是专项地图成果集成的基础保障,有效避免了各专业单位对所

需基础地理数据的重复投资、重复生产,节约了项目成本,为后续集成化在线专题制图系统的建设以及各学科专题数据的共享奠定了基础。填补了国内极地基础底图数据共享平台的空缺,同时为今后整合极地相关单位的其他业务资源,打造综合的极地空间数据资源中心起到了良好的示范和借鉴作用。

参 考 文 献

- [1] Thomson J W, Cooper A P R. Review: The SCAR Antarctic Digital Topographic Database [J]. *Antarctic Science*, 1993, 5(3): 239-244
- [2] Johnstone G. Antarctic Geographic Data Integration (AGDI) [J]. *Geospatial Information Science*, 2001, 4(2): 52-62
- [3] Simões J, Ferron F, Braun M, et al. A GIS for the

- Antarctic Specially Managed Area of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica[J]. *Geospatial Information Science*, 2001, 4(2):9-14
- [4] Braun M, Rau F, Simões F. A GIS-Based Glacier Inventory for the Antarctic Peninsula and the South Shetland Islands—A First Case Study on King George Island[J]. *Geospatial Information Science*, 2001, 4(2):15-24
- [5] Cisak J. King George Island GIS (KGIS) Project of WGGGI —A State of the Art [J]. *Geospatial Information Science*, 2001, 4(2):70-74
- [6] Chen Nengcheng, Gong Jianya, E Dongchen. Design and Implementation of Internet Based GIS of Antarctica [J]. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 2000, 25(2):132-136(陈能成, 龚健雅, 鄂栋臣. 互联网南极地理信息系统的设计与实现[J]. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(2):132-136)
- [7] Nogi Y, Kitamoto A. GIS Portal Site of Japanese Antarctica[J]. *Research Antarctic Record*, 2010, 54(3):203-215
- [8] Pang Xiaoping, E Dongchen, Wang Zipan, et al. GIS-Based Assessment of Eco-environmental Vulnerability of Ice-Free Areas in Antarctica [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2008, 33(11):1 174-1 177(庞小平, 鄂栋臣, 王自磐, 等. 基于GIS的南极无冰区生态环境脆弱性评价[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2008, 33(11):1 174-1 177)
- [9] Liu Haiyan, Pang Xiaoping. Selection of Antarctic Research Stations Based on GIS and Fuzzy AHP [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2015, 40(2):249-252(刘海燕, 庞小平. 利用GIS和模糊层次分析法的南极考察站选址研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2015, 40(2):249-252)

Service-Oriented Geographic Information Sharing in Polar Regions

WANG Yue¹ PANG Xiaoping¹ WANG Xiaoxuan²

1 Chinese Antarctic Center of Surveying and Mapping, Wuhan University, Wuhan 430079, China

2 Key Laboratory of Fisheries Resources Remote Sensing and Information Technology Resources,

East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China

Abstract: In polar exploration, it is of great importance to unify the geospatial data representation and must be unified seamlessly integrate the output. In this paper, a service pool based geographic data sharing model is proposed, based on the characteristics of polar geospatial data, including multi-source, heterogeneous, and decentralized properties. Furthermore, a service oriented geographic information sharing platform was developed specifically for the polar environment. The proposed platform is based on the standard base map from comprehensive environmental survey and assessment, integrated with novel technologies such as resource pool based controlling, multi-service smooth linking, thematic map rendering services. To validate the developed system, the authors standardize over 130 sheets of polar maps and share the spatial information online in map format using service resource pool based data sharing model. The background GIS server also supports spatial analysis, which make it possible to meet the requirement of multi-dimensional data sharing applications. The system can efficiently achieve data sharing for polar expeditions, providing comprehensive technical support to the data integration, and also offer a solid platform for subsequent data representation and sharing.

Key words: polar region; geographic information; SOA; service resource pool; sharing

First author: WANG Yue, PhD, specializes in cartography and GIS application. E-mail: wyfoso@163.com

Corresponding author: WANG Xiaoxuan, associate researcher. E-mail: wxx1012@163.com

Foundation support: The Key Technologies in Geographic Information Applications for the Antarctic Region, No. 201412009; the Chinese Polar Environment Comprehensive Investigation and Assessment Programs, No. CHINARE2015-04-07.