

孙记红, 魏合龙, 林文荣, 等. 海洋地质调查全流程信息化支持系统的设计与实现[J]. 海洋地质前沿, 2023, 39(2): 49-55.

SUN Jihong, WEI Helong, LIN Wenrong, et al. Design and running of supporting system to the whole-process informatization of marine geological survey[J]. Marine Geology Frontiers, 2023, 39(2): 49-55.

海洋地质调查全流程信息化支持系统的设计与实现

孙记红, 魏合龙, 林文荣, 苏国辉, 王诏

(中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266237)

摘要: 基于海洋地质调查工作的特点, 探索适合海洋地质调查业务的信息化工作新模式, 应用 Xamarin 开发框架, 采用基于 SignalR 的 Web 消息交互技术, 研制了集移动数据采集终端、浏览器客户端和服务端于一体的海洋地质调查全流程信息化支持系统, 创新建立海洋地质调查全流程信息化体系, 完成了海洋地质调查示范试点, 有效推进了海洋地质调查工作的信息化进程。

关键词: 海洋地质调查; 全流程; 信息化; 支持系统

中图分类号: P628.4

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2022.248

0 引言

海洋地质调查是开展海洋地形地貌、沉积和构造及勘测海底矿产资源最重要的基础性工作。随着新一代信息技术的不断涌现, 海洋地质调查工作方式也从传统的调查向“智能地调”转变^[1-2]。2017年, 中国地质调查局提出, 科技创新和信息化建设是推进新时代地质事业转型升级的两大“引擎”, 规划了“地质云”、大数据和智能化“三位一体”信息化建设方案。数字海洋地质工程依托海洋地质调查工作实际, 结合海洋地质调查数据的特点, 积极探索海洋地质调查“智能化”工作新模式, 推动海洋地质调查业务转型升级。

1 需求分析

在目前的数据提交入库流程中, 项目组提交的数据存在着文件格式不统一、数据结构不规范等问题, 造成数据库管理人员工作量巨大且数据质量难以保障。针对这些问题, 本文研究了海洋地质调

查全过程业务流和数据流, 依据《海洋地质档案资料管理实施细则》《海洋地质数据库内容与结构(DD2021-03)》等标准规范^[3-4], 研制海洋地质调查全流程信息化支持系统, 实现海洋地质调查数据的标准化、自动化入库, 规范项目组提交数据的工作流程和内容, 保障数据质量, 极大减轻了数据库管理人员的工作量, 显著提高了数据库建设效率。同时, 考虑到项目组数据采集人员的现场工作环境, 系统设计为可部署在平板电脑、手机等便携式移动设备, 供数据采集人员现场录入数据, 并提供离线数据保存功能, 待设备接入工作网络时将保存在设备上的数据自动提交到数据库, 提升数据入库的实效性^[5-8]。

2 系统设计

2.1 系统总体架构

根据系统需要实现的功能及用户操作方式, 设计了集移动端、浏览器端和服务端于一体的全流程信息化支持系统, 总体架构如图 1 所示。

服务器端数据库管理模块负责全流程数据的收集和管理。外业数据通过移动端数据采集系统上传到服务器; 内业数据、成果数据由浏览器端上传数据。服务器端管理相关数据并实时掌握和发布各项目的进度, 同时提供 API 供其他系统获取项目进度及数据, 具有完善的权限管理、数据审批等

收稿日期: 2022-09-06

资助项目: 青岛海洋科学与技术试点国家实验室山东省专项经费(2022QNL05032-4); 中国地质调查局项目(DD20221711, DD20191008)

作者简介: 孙记红(1984—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事海洋地质大数据及智能化应用方面的研究工作。E-mail: sjihong@mail.cgs.gov.cn

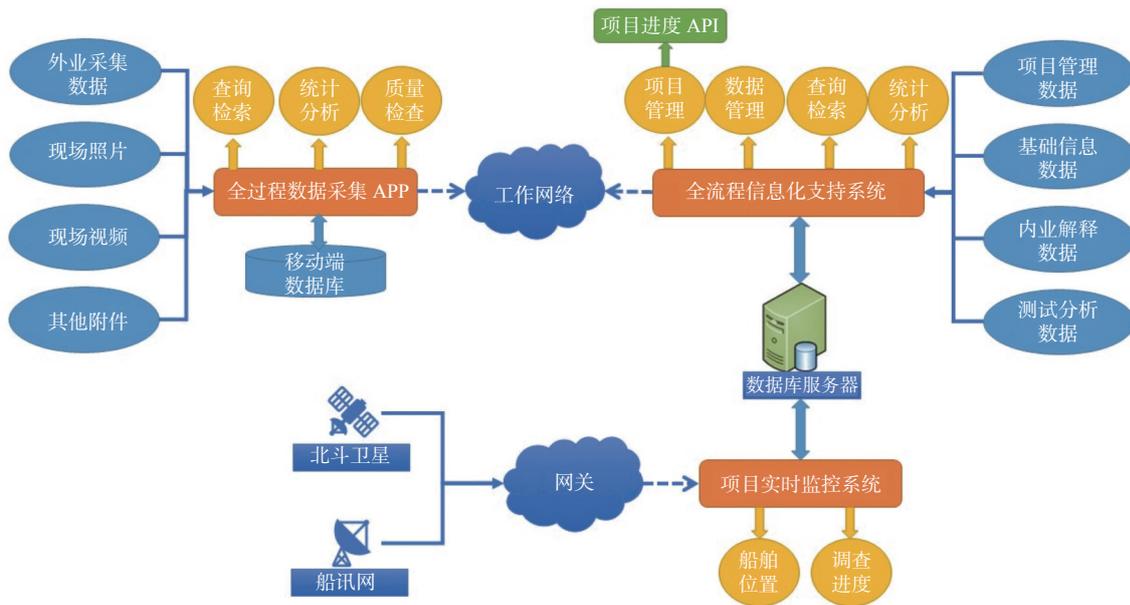


图 1 全流程信息化支持系统的总体架构

Fig.1 The structure of supporting system to the whole-process informatization

功能。

服务器端项目信息管理模块旨在覆盖地质调查项目管理过程中的任务书编制与下达、设计评审与审批、项目监督检查、野外验收、成果评审和成果登记等主要环节,同时通过建立项目管理员机制、结合系统用户实名制和工作流等技术,实现覆盖地质调查项目管理用户、组织审查用户、项目负责人的网络化项目管理平台。既能够及时下达项目计划和任务,又能满足上下互通的项目管理信息传递需求。同时实现项目管理系统和档案管理系统的整合接入,提供从项目立项到成果提交及资料归档等整个流程的信息化管理。

服务器端数据管理系统提供外业数据—内业数据—成果数据的流式采集、质检、传输和入库等功能,实现海洋地质数据从采集、处理、归档和入库的全流程信息化。

2.2 数据库设计

根据《海洋地质资料归档文件内容》、《海洋地

质数据库建设工作指南》及《海洋地质综合数据库内容与结构》^[2-3]内容,系统数据库内容涉及到地形地貌、地球物理、海洋底质、地球化学等多个专题的外业采集数据、测试分析数据、处理解释数据以及成果数据等多种不同格式及结构的数据^[9-10],为适应多源异构数据的统一采集和管理,系统通过配置表的方式进行处理。在配置表中设置各类数据表中各字段的信息(包括名称、存储类型、编辑类型、值域、显示类型等),用户在对数据进行录入或修改时,系统根据字段的配置信息自动生成录入界面,并根据字段类型、值域等约束条件进行有效性检查,确保数据的正确性^[11-12]。配置表结构设计如下:

(1) 表结构设置

表结构设置分为表设置表和列设置表(见图2)。其中,表设置(SYS_TABLES)表中包含了系统所有表的基本信息,包括所在的数据库、表名、中文名、英文名。列设置(SYS_COLUMNS)表中包含了系统所有列的基本信息,包括所在表、列名、中文名、英文名、列类型、键信息(P为主键,F为外键,N为

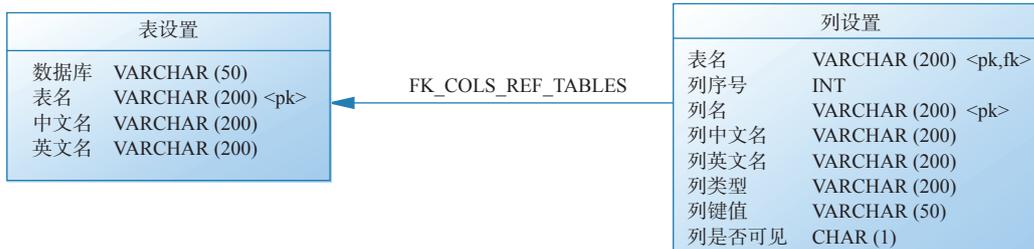


图 2 表结构设计

Fig.2 Structure of the system design

非空)、是否可见。

(2) 代码表设置

代码表设置分为代码表类别表和代码表表(见图 3)。代码表类别(SYS_CODETYPE)表中包含了代码表的类别信息。代码表的数据来源可以是 MGDB_CODE 表,也可以是其他表中的数据。SYS_

CODETYPE 的 TBL_NAME 列指定代码的数据来源;NAME_COL 为代码标识列;TITLE_CHI_COL 和 TITLE_ENG_COL 分别表示代码的中文标题列和英文标题列;WHERE_CLAUSE 列指定代码的筛选条件,只有满足该条件的代码才会被使用;ORDER_BY 列为排序列。

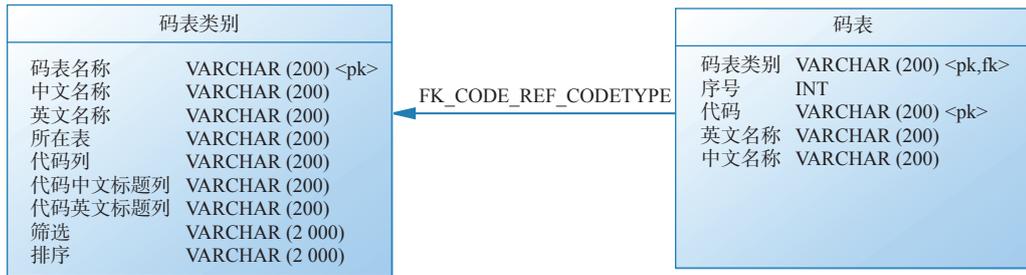


图 3 代码表设计

Fig.3 List of the codes for the system design

代码表(MGDB_CODE)表中包含了系统中专业数据使用的代码,其 CD_TYPE、CD_LABEL、CD_CHI_NM、CD_ENG_NM 列分别对应了 SYS_CODETYPE 表中的 CD_TYPE、NAME_COL、TITLE_CHI_COL、TITLE_ENG_COL 列。

2.3 系统功能设计

2.3.1 移动端功能设计

根据外业数据采集实际需求,移动端设计了 6 个功能模块,分别为数据录入模块、数据导入模块、质量检查模块、数据入库模块、数据查询模块和数据统计模块(图 4)。

(1) 数据录入模块

对于现场采集的调查数据,系统提供录入界面由用户填写相关的信息和数据;对于报告、图片等附件,以文件形式进行收集存储。数据类别包括海洋底质取样数据、浅地层剖面测量数据、侧扫声呐测量数据、单道/多道地震测量数据、单波束/多波束测深数据、船载重力/磁力测量数据、定点/走航海流观测数据等。系统支持将专业设备自动生成的结构化数据解析入库。

(2) 数据导入模块

对于海洋地质测试分析数据、处理解释数据、成果报告数据等内业数据,由用户组织整理成符合要求的数据文件,系统读取数据文件并完成数据的批量导入。对于报告、图片等附件,可以同时选择多个文件或文件夹实现批量导入。

(3) 质量检查模块

质量检查模块可对用户录入的数据进行质量检查并生成检查报告。质量检查包括完整性检查、标准符合性检查和数据关联检查 3 个方面。完整性检查:数据应包含数据录入模块采集的各类数据;标准符合性检查:数据需符合《海洋地质数据库建设工作指南》的数据规范;数据关联检查:测试分析、处理解释等内业数据须与站位、测线、覆盖区等外业调查数据有正确的关联。

(4) 数据入库模块

数据入库模块实现采集数据与数据库的无缝对接,可直接导入到数据库。系统提供离线数据保存功能,在未连接到中心数据库时将数据离线保存在 SQLite 本地库中,待设备接入工作网络时可将设备上的数据提交到数据库。系统设计数据打包功能,用户可将本地数据库及文件打包成单一的数据包文件,该文件可通过拷贝的方式实现数据的转移或传输,在终端设备不能接入网络时可通过这种方式完成数据的提交。

(5) 数据查询模块

提供数据查询功能,用户可通过站位、测线、覆盖区等条件进行数据查询及关联数据检索。

(6) 数据统计模块

系统提供资料的统计分析功能,用户可按专业数据类别、站位、测线、覆盖区等条件进行数据量的统计分析,并将结果以表格和图表的方式进行显示。

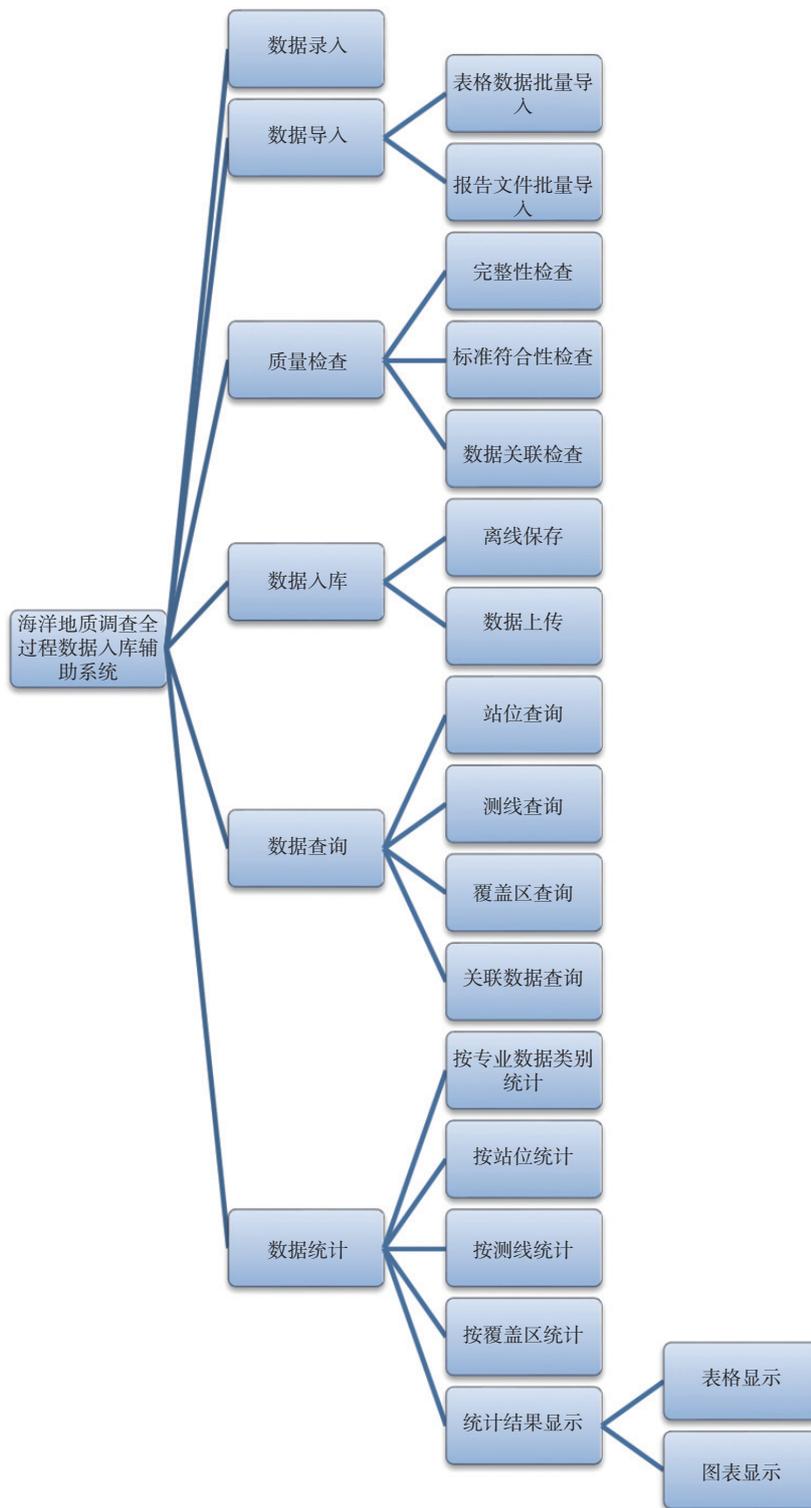


图4 移动端系统功能模块

Fig.4 The module of system function at mobile terminal

2.3.2 浏览器端/服务器端功能设计

系统浏览器端/服务器端设计了6个功能模块,分别为数据导入模块、数据管理模块、查询检索模块、统计分析模块、数据展示模块和权限控制模块(图5)。其中浏览器端负责提供操作界面,服务器端提供数据的存储和日志记录。

(1) 数据导入模块

服务器端数据导入模块主要提供外业调查数据、内业处理解释和测试分析数据及成果报告、图件资料的导入。

(2) 数据管理模块

提供数据的增、删、改和批量数据的导入、导

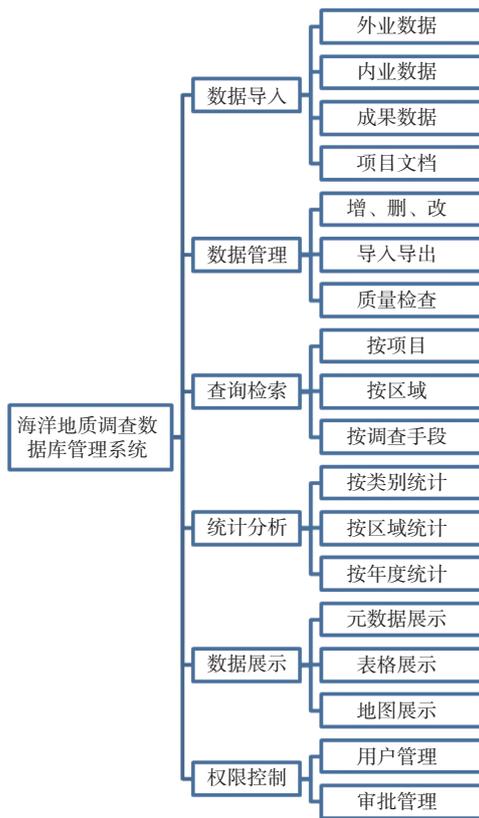


图 5 浏览器端/服务器端系统功能模块
Fig.5 Browser/server system function modules

出, 并进行数据的质量检查。

(3) 查询检索模块

提供查询检索功能, 用户可按项目、区域、调查手段等条件进行数据查询及关联数据检索。

(4) 统计分析模块

提供统计分析功能, 用户可按专业数据类别、调查区域、调查年度等条件进行数据量的统计分析, 并将结果以表格和图表的方式进行显示。

(5) 数据展示模块

提供数据可视化展示功能, 包括元数据展示、表格数据展示和空间地图展示等。

(6) 权限控制模块

提供用户权限、角色管理和数据申请审批管理功能。

3 系统实现

根据海洋地质调查数据采集和数据库建设业务需求, 结合设计的系统功能模块, 采用 Xamarin 开发框架, 基于 SignalR 的 Web 消息交互技术, 研制了集移动数据采集终端、浏览器客户端和服务端于一体的海洋地质调查全流程信息化支持系统, 实现了海洋地质数据采集、传输、入库、应用的全流程信息化, 并依托 1:5 万海洋区域地质调查项目完成了系统的应用示范, 取得了较好的应用效果^[13]。系统主界面如图 6 所示。

根据海洋地质调查业务的工作流程, 系统设计了立项/续作、实施方案、外业/委托业务/过程文档、测试分析/处理解释、成果验收、汇交等 6 个过程节点, 每个节点有独立的业务流程, 每个流程设计了需要采集、提交的数据内容, 确保系统功能覆盖海洋地质调查的全生命周期, 保障数据采集入库的准确性和实效性。

海洋地质调查数据采集终端(图 7)集成了表层取样、柱状取样、地质浅钻、多波束测深、单波束测深、浅地层剖面、单道地震测量、多道地震测量、船载重力和船载磁力测量等主要工作手段表单, 表单设计时既兼顾外业采集内容, 也符合数据库数据结



图 6 系统主界面

Fig.6 The main interface of the system



图7 海洋地质调查数据采集终端

Fig.7 Data acquisition terminal of marine geological survey

构,同时集成了作业班报、安全生产日志等表单,方便外业工作管理部门及时了解工作进度和安全状况。

以浅地层剖面测量为例,详细描述数据采集、入库、处理解释和应用的全过程(图8),包括“设计评审-外业准备-外业施工-数据入库-成果验收”5个

环节,其中外业施工环节需要借助数据采集终端开展,数据入库环节通过无线传输实时入库,或者生成离线数据包通过浏览器端导入数据库,其他环节通过浏览器端完成。浅地层剖面数据的处理流程分为内业处理和内业验收2个环节,均通过浏览器端完成(图9)。

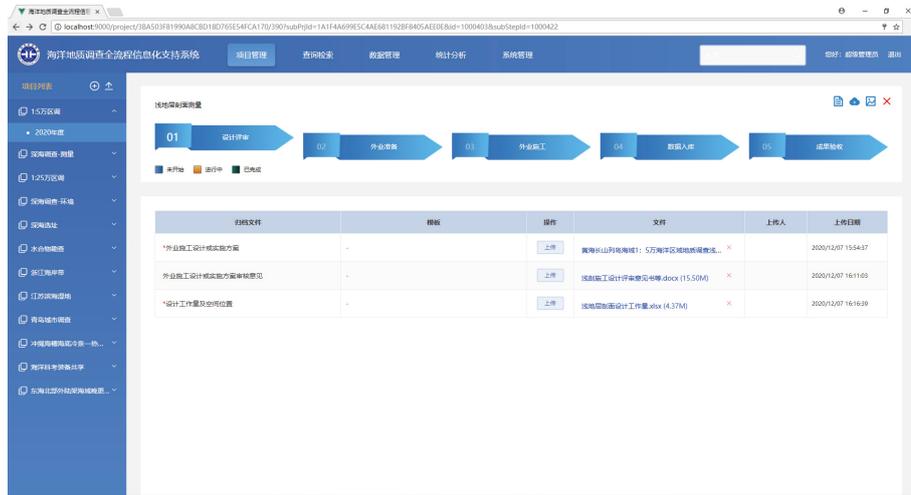


图8 浅地层剖面测量业务流程

Fig.8 Business process of sub-bottom profiling

4 结论

随着大数据、云计算、人工智能等信息技术的飞速发展,传统的海洋地质调查工作模式已不再适应新一代信息技术的进步,本文基于海洋地质调查

工作的特点,分析海洋地质调查的业务流程和数据节点,探索适合海洋地质调查业务的信息化工作新模式,并利用 Xamarin 开发框架,基于 SignalR 的 Web 消息交互技术,研制了集移动数据采集终端、浏览器客户端和服务端于一体的海洋地质调查全流程信息化支持系统,依托 1:5 万海洋区域地质

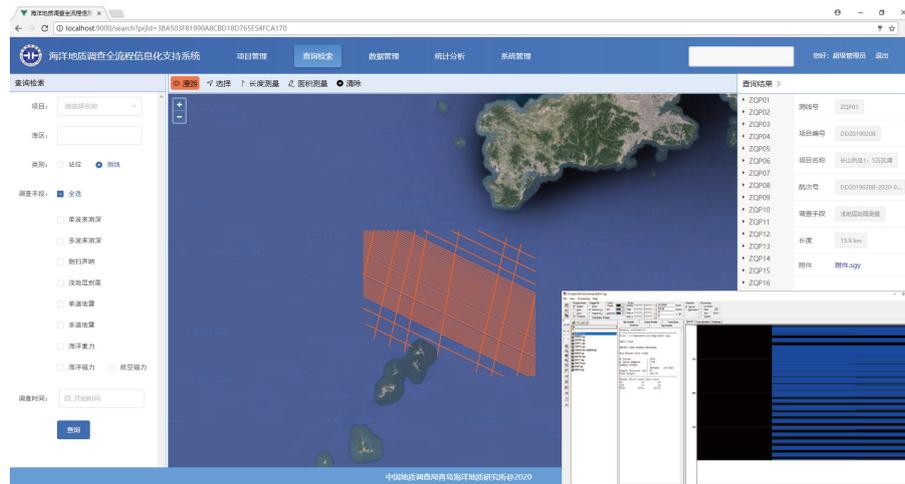


图 9 浅地层剖面数据的展示效果

Fig.9 Display of sub-bottom profile data

调查项目,完成了表层取样、地质浅钻、单波束测深、浅地层剖面等主要工作手段的应用示范,取得了良好的应用效果,可应用到海洋地质调查实际工作。

参考文献:

- [1] 魏合龙,孙记红,苏国辉,等. 数字海洋地质工程建设进展[J]. 海洋地质前沿, 2018, 34(3): 1-7.
- [2] 戴勤奋,魏合龙,苏国辉,等. 海洋地质大数据信息服务体系建设[J]. 海洋地质前沿, 2017, 33(11): 67-70.
- [3] 戴勤奋. 海洋地质数据库内容与结构[R]. 北京: 中国地质调查局, 2021.
- [4] 青岛海洋地质研究所. 海洋地质资料归档文件内容[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2017.
- [5] 李丰丹,刘畅,刘园园,等. 地质调查智能空间框架构建与实践[J]. 地质论评, 2019, 65(4): 317-320.
- [6] 李超岭,李丰丹,吕霞,等. 地质调查智能空间体系与架构[J]. 测绘学报, 2015, 44(S0): 143-151.
- [7] 李超岭,李丰丹,李健强,等. 智能地质调查体系与架构[J]. 中国地质, 2015, 42(4): 828-838.
- [8] 李丰丹,李超岭,吴亮,等. 大数据环境下数字填图数据集成服务技术[J]. 地质通报, 2015, 34(7): 1300-1308.
- [9] 戴勤奋,魏合龙,苏国辉,等. 区域海洋地质调查数据库结构模块[J]. 计算机应用研究, 2004, 21(3): 65-66, 75.
- [10] SUN J H, WEI H L. Construction method of marine geological data service platform based on object-oriented approach[J]. ICIC EXPRESS LETTERS, Part B: Applications, 2015, 6(8): 2047-2052.
- [11] 孙记红,何书锋,魏合龙,等. 海洋地质数据库应用模型构建方法[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(12): 194-198.
- [12] 宋怀荣,林峰,苏国辉,等. 海洋地质调查数据库数据录入方法[J]. 海洋地质前沿, 2016, 32(2): 66-70.
- [13] 青岛海洋地质研究所. 国家海洋地质数据更新与集成2021年度进展报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2021.

Design and running of supporting system to the whole-process informatization of marine geological survey

SUN Jihong, WEI Helong, LIN Wenrong, SU Guohui, WANG Zhao
(Qingdao Institute of Marine Geology, China Geological Survey, Qingdao 266237, China)

Abstract: Based on the characteristics of marine geological survey, a new mode of informatization for marine geological survey business was explored, and a supporting system was developed for the whole-process informatization of marine geological survey in the Xamarin framework and SignalR Web message interaction technology. The system integrated mobile data acquisition terminal with browser client and server, and established the whole-process information system of marine geological survey. A demonstration pilot of marine geological survey has been completed, which promoted effectively the informatization process of marine geological survey.

Key words: marine geology survey; whole process; informatization; supporting system