大洋样品在线服务系统的设计与实现

候成飞[1],闫仕娟[1],黄 牧[1],孙富强[1],李俊飞[2],李 娜[2],孙裔婷[2]

(1. 自然资源部 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061;
2. 青岛兴程人力资源有限公司, 山东 青岛 266000)

摘 要:中国大洋样品馆是承担我国深海样品接收整理、安全保存、共享利用等相关事务的专门机构,收入保存了我国深海资源勘查以来采集的大量珍贵的大洋样品,并通过共享服务的方式为科学家提供样品,科学家借助先进的设备和技术方法对样品进行研究,取得了众多创新性的科学认识。但是,科学家却无法全面了解既往航次调查样品信息,无法实时掌握样品馆藏情况,航前需参考个人手中掌握的样品资料来设计新的航次调查方案,样品申请也较为被动,导致工作效率降低,进而影响科研成果产出。为了改善此状况,本文采用 PHP 语言、Apache 服务和 MYSQL 数据库,根据用户实际需求,分级分类赋予各用户不同权限,研发了大洋样品在线服务系统,使用户能够方便快捷地进行样品信息查询和申请,为新航次调查提供更全面的样品信息服务,为申请样品提供主动灵活的通道,让科学家能够更高效地做出更多科学贡献。

关键词:深海样品;样品查询;样品申请;在线服务

中图分类号:TP311.5 **文献标志码**:A **文章编号**:1002-3682(2021)04-0326-11

doi:10.3969/j.issn.1002-3682.2021.04.009

引用格式:引用格式:HOU C F, YAN S J, HUANG M, et al. Design and implementation of ocean sample online service system[J]. Coastal Engineering, 2021, 40(4): 326-336. 候成飞, 闫仕娟, 黄牧, 等. 大洋样品在线服务系统的设计与实现[J]. 海岸工程, 2021, 40(4): 326-336.

大洋样品是指在国际海底开发活动中获得的各类实物资源,包括沉积物、岩石、矿物、矿石(多金属结核、富钴结壳、热液硫化物等)、悬浮体、海水以及生物标本等。大洋资源勘查和科学考察中所获取的各类样品是开展海洋科学研究[1-5]、海底资源评价和海洋环境研究的物质基础,是国家重要的资源和财富。多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物等深海矿产资源,含有丰富的战略金属,世界多个国家非常重视并开展了大量工作,我国也不例外,目前,我国已开展了六十多个航次的大洋调查,相继申请获得了多金属结核、多金属硫化物、富钴结壳等资源勘探合同区,并且采集了大量深海大洋样品。随着国家投入的增大,大洋调查航次不断增多,样品数量越来越多。如何高效地共享、使用已有的样品及信息,提升科学家的科研工作效率,已成为迫在眉睫的问题。

地球科学中规模最大、历时最久的大型国际合作计划——大洋钻探计划在样品管理机制、成果管理及共享制度方面都有明确的政策与规定[6]:综合大洋钻探计划(Integrated Ocean Drilling Program,IODP,2003—2013 年)阶段获取的岩芯样品存放在岩芯存储库中进行统一管理,包括德国不莱梅岩芯存储库(Bürgerschaft of Bremen Core Repository,BCR)、美国东海岸岩芯存储库、美国墨西哥湾沿岸岩芯存储库(Gulf Coast Repository,GCR)以及日本高知岩芯中心(Kochi Core Center,KCC)。该计划设立科学支持办公室负责管理现场调查数据库并为 IODP 提供一个门户网站,用户通过外部网站申请样品和数据(具有一定的身份,提出样品使用需求,愿意承担相应责任的任何人均可申请使用 IODP 样品)。IODP(2003—2013 年)和国际大洋发现计划(International Ocean Discovery Program,IODP,2013—2023 年)提供包括深海钻

收稿日期:2021-03-17

资助项目:大洋业务支撑项目——大洋样品馆业务化运行(DY125-25-01)

作者简介:候成飞(1988—),男,助理工程师,硕士,主要从事信息管理方面研究. E-mail: houchengfei@fio.org.cn

(李 燕 编辑)

探计划（Deep Sea Drilling Program，DSDP）、大洋钻探计划（Ocean Drilling Program，ODP）和 IODP 在内所有钻孔的位置信息及 Google Earth 的信息链接，可以对每个钻孔的位置信息和相关出版物进行查询。通过向科学团队提供样品，鼓励科学家在更广阔的学科领域开展科学分析，确保钻探计划目标的实现，并履行 IODP 计划的相应义务。美国海洋元数据互操作（Marine Metadata Interoperability，MMI）项目[7]通过海洋数据的发布，来促进海洋数据的交换、集成和使用，能够让科学家快速了解海洋数据、使用数据，进而提升科学家的工作效率。美国地质调查局（United States Geological Survey，USGS）成立的岩心研究中心（Core Research Center，CRC）负责岩芯的永久保存，并建立了岩芯处理与管理模式，面向社会提供岩芯观察和取样服务；同时制定了系统性较强、完整性较好的样品管理制度，该制度涵盖了样品接收、分取分配、实物出借、数据汇交等[8]，汇交数据将在岩芯研究中心通过网站公开发布，并将成为公共数据的一部分。

近年来，我国开展了大洋调查相关资料和数据的共享研究工作[9-11]，为科学家提供便利的航次调查数据服务。在大洋样品管理与共享方面，科学家提出了完善我国海洋地质样品保存与管理的对策和建议[12]；在火成岩数据管理方面，相关技术人员开发了应用软件，并且提供了可与其他用户共享的数据库，便于数据进行管理、共享、分析和深入研究[13]；在大洋结壳数据共享与应用方面，研究者通过基于 Webservice 方法，建立了地质统计模型并应用于资源评价[14]。在极地标本资源共享方面，研究者基于 Python 语言设计了具有数据发布、资源检索和申请审批等功能的极地标本资源共享平台信息系统，实现了极地标本样品的有效管理和对外服务[15]，为深海大洋样品提供在线服务提供参考基础。在这个信息共享的时代，提供深海大洋样品在线服务，实现样品信息共享刻不容缓。

本文从系统需求分析、数据库设计、系统架构设计和系统功能实现等方面对大洋样品在线服务系统的设计与实现进行详细地介绍，有助于科学家快速了解和应用本系统。

1　系统分析

1.1　发布信息与发布原则

大洋样品在线服务系统发布的样品类型主要有多金属结核、热液多金属矿石、深钻岩芯、岩石、表层沉积物、岩心沉积物、海水、生物骨骼八类，发布的样品信息主要包括采样区域（海山/区块）、航次/航段、站号、样品类别、样品类型、样品号、样品编码、经纬度、采样水深、样品量等。发布原则主要遵循安全性、严谨性、平衡性、可取样服务、全面性、可检索性、方便审查七大方面，以确保样品及信息符合规范要求。

1.2　用户分级分类

用户主要分为系统管理员用户、定制权限用户、注册用户和非注册用户四类。其中系统管理员用户是最高权限用户，可对信息进行维护、更新，对系统各功能模块进行配置维护以及对其他 3 类用户进行管理等。

除系统管理员用户外，其他 3 类用户根据职能不同划分到不同用户级别中：其中定制权限用户包括大洋事务管理局、矿区承包者、管理专家委员会成员、调查区/合同区负责人、航次组织实施单位、航次/航段首席科学家、样品申请使用单位、大洋项目负责人八类机构或个人，注册用户包括深海资源样品用户（承担深海资源勘探、开发任务）、深海科学样品用户（承担深海环境保护、科学技术研究、资源调查任务）、非深海领域样品用户三类，非注册用户即未登录用户。

系统管理员用户对注册用户身份进行分类认定、动态管理。其中非注册用户无需认定身份，仅能查看馆藏样品的区域分布情况，无其他操作权限；注册样品用户身份依据相关证明材料认定，可对已公布的样品信息进行查询和申请等操作；各类定制权限用户身份根据相关文书认定，根据身份认定可查看特定区域的样品信息及已公布的所有样品信息，并根据需求进行其他功能操作。各角色用例如图 1 所示。

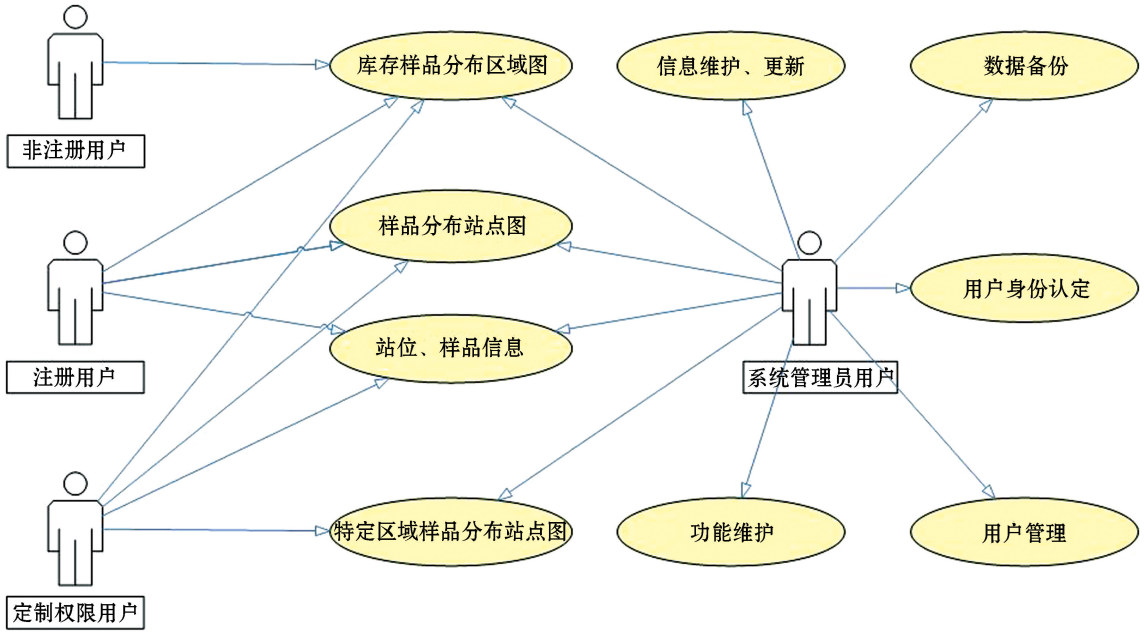


图 1 角色用例图

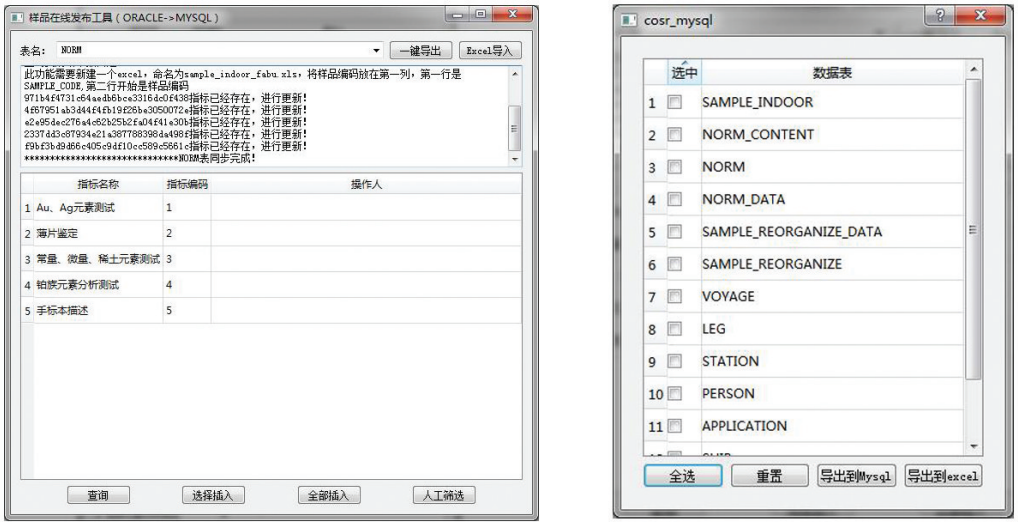
Fig.1 A diagram showing different roles and their permissions

2 数据库设计

自中国大洋 11 航次调查以来，大洋调查的现场样品管理信息和样品入馆后馆藏信息均存储在样品综合数据库中，包括航次、航段、调查区域、采样方式、调查船、站位、样品类型、样品量等样品相关信息。大洋样品在线服务系统设计了“采样位置”“样品类别”“航次航段”“采样方式”“样品类型”等样品相关查询条件，构建了“地图视图”和“数据视图”两大主界面。

“地图视图”中加入了 8 个图层，用于展现馆藏和现场调查样品的站点分布情况。点击站点可查看该站点的样品馆藏信息和现场调查采集情况，包括具体采样位置、航次航段、站位号、样品号、样品类别、样品类型等信息，且具备对查看样品收藏、申请等功能。点击样品号可以详细查看本站位所包含的所有同类样品的属性信息。另外，通过“数据视图”可查看列表形式的样品信息，点击列表中的数据内容，相应的样品筛选、排序信息会展示出来，用户可对列表中样品进行遴选、收藏、申请等。大洋样品在线服务系统通过样品在线发布工具(图 2)，在 Oracle 和 MySQL 两个数据库之间进行样品信息交互。

根据软件需求及遵循的原则、权限等，设计了大洋样品在线服务系统对应的数据库存储结构。数据库表结构以样品表 SampleIndoor(存储现场和馆藏样品信息)为核心，构建了 42 个相关联的数据表，其中与样品查询相关的表主要有 Voyage(航次)表、Leg(航段)表、Station(站位)表、SamplingPosition(采样位置)表、SamplingMethod(采样方式)表、SampleIndoorType(样品类型)表、SampleIndoorStorage(馆藏样品位置存储信息)表、SampleOnboard(样品现场相关信息)表等，通过主外键关联关系将各个数据表进行关联，数据库实体-联系(Entity Relationship，ER)图如图 3 所示。



(a)Oracle转MySQL　　(b)MySQL转Oracle

图 2　在线发布工具界面

Fig.2　Interface of the tools for online release

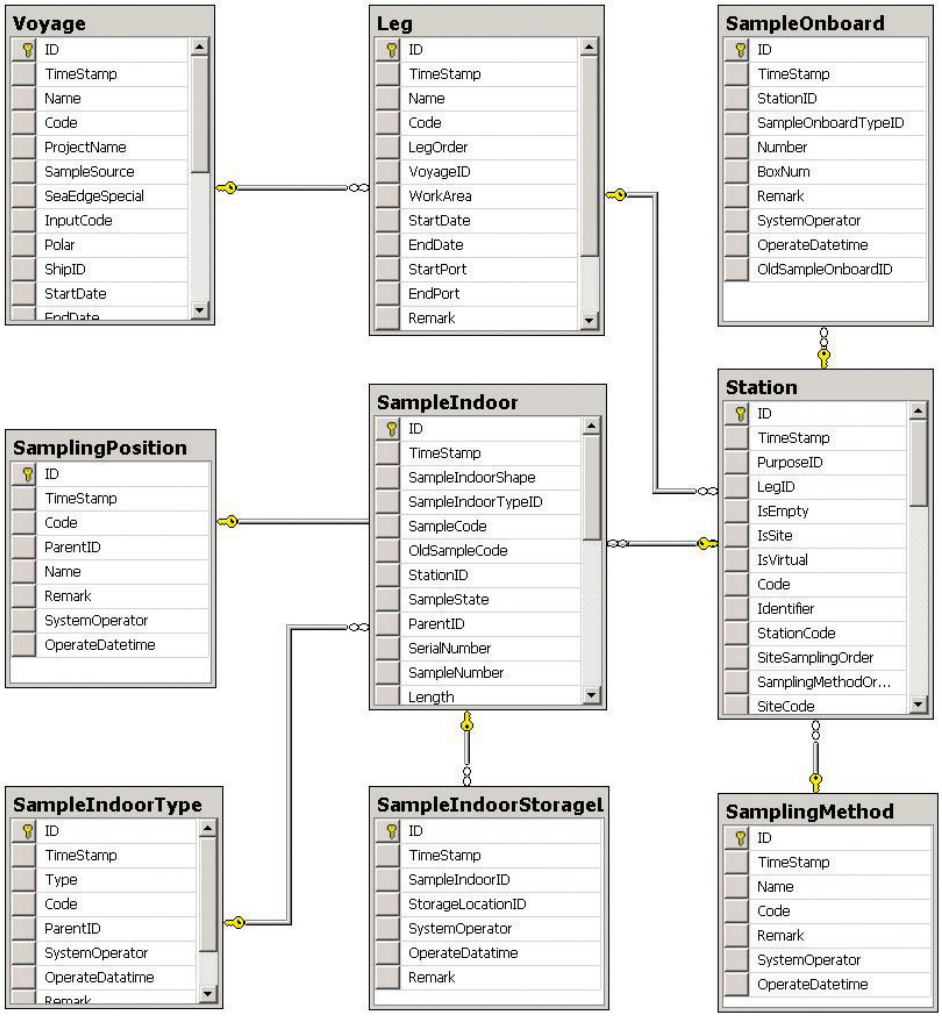


图 3　数据库实体-联系图

Fig.3　Entity Relationship（ER）diagram of the database

3 系统架构设计

以 HTML5 页面作为大洋样品在线服务系统前端展现基础，结合 HTML5 的特性，采用 Layui 框架中独特的 UI(User Interface)风格及 Ztree 树形结构等来实现页面的数据获取与前端展现。浏览器通过 Jequery 与 Ajax 请求访问服务器端数据，将前端页面与后台 PHP 处理相结合，实现前端页面数据的后台处理；WebService 与数据库进行交互，并将处理结果返回到页面在前端展现。本架构通过 PHP 作为后台纽带，将 Web 页面的展现、操作与数据进行互通，实现前后端的有效交互。系统主要架构如图 4 所示。

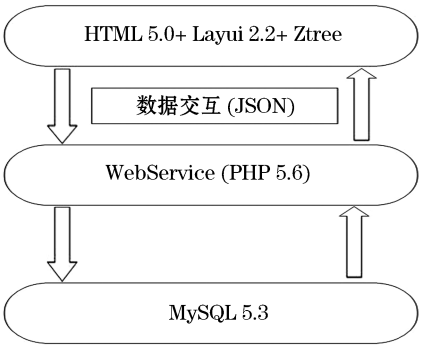


图 4 在线服务系统设计架构

Fig.4 Framework for designing the online service system

4 大洋样品在线服务系统实现

大洋样品在线服务系统依托中国大洋样品馆门户网站(图 5)运行，提供大洋实物样品和相关数据在线服务。用户可通过门户网站首页“样品服务”菜单或者首页“样品在线查询”按钮点击进入大洋样品在线服务系统。根据权限、用户身份不同，系统各模块功能及呈现内容各不相同。

图 5 中国大洋样品馆门户网站首页(http://www.cosr.org.cn/)

Fig.5 Portal website of the China Ocean Sample Repository (http://www.cosr.org.cn/)

4.1 系统主界面

游客进入系统主界面后(图 6)，可看到馆藏深海样品在大西洋、太平洋、印度洋等海域的分布情况。其中各个圆形饼图中不同的颜色代表不同的样品类别。用户如需查看详细信息及进行更详细操作需要进行用户注册。以定制权限用户为例(图 7)，用户登录后“馆藏样品检索”菜单及馆藏样品站点分布情况默认在世

界地图中出现，用户可通过“现场样品检索”菜单进行切换，查询现场样品调查情况。

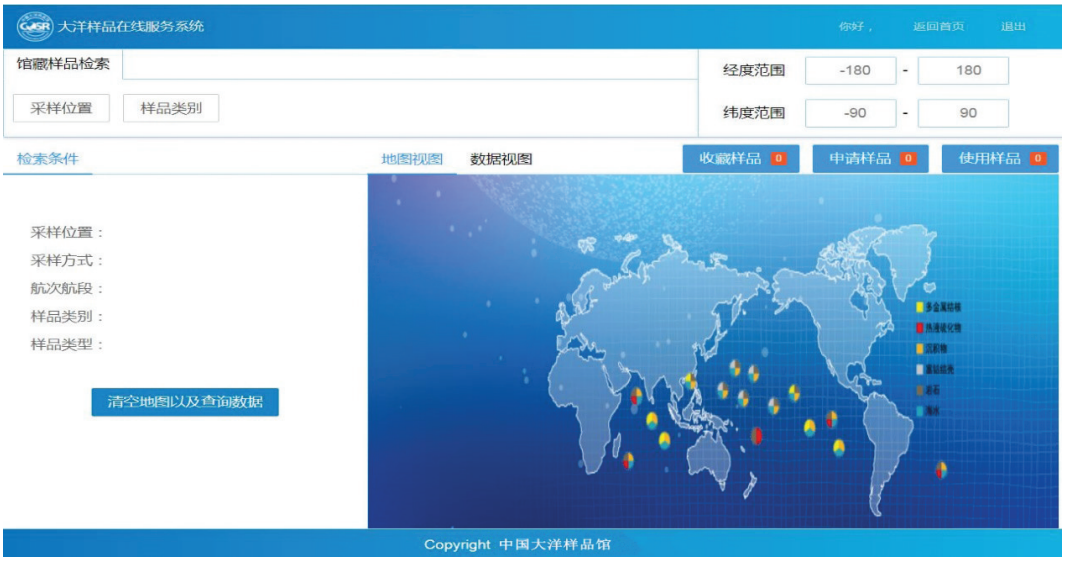


图 6　游客进入系统时的主界面

Fig.6　The main interface of the system when a visitor entering

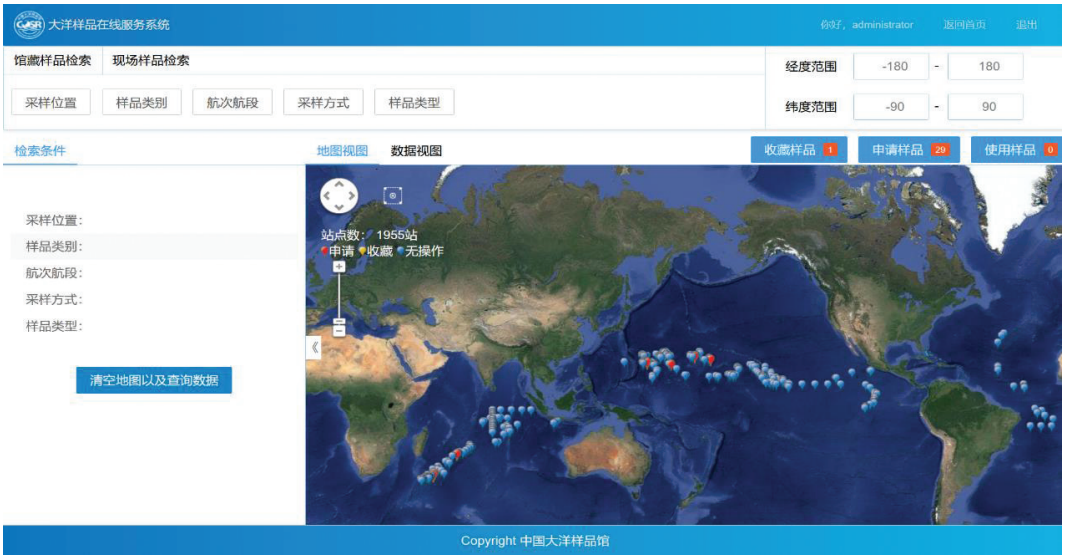


图 7　定制权限用户登录后进入系统时的主界面

Fig.7　The main interface of the system when a privileged user entering

本系统对世界地图进行了 8 个图层处理，用户可进行放大缩小查看。样品查询界面呈现了“地图视图”和“数据视图”两种不同的模式，用户可切换查看。主界面同时提供样品检索、遴选、收藏、申请等功能按钮，方便用户进行各项操作。

4.2　样品检索

本系统提供了采样位置、样品类别、航次/航段、采样方式、样品类型等筛选条件，用户可根据需求对样品进行筛选。筛选条件均以 Ztree 树形结构进行展示。图 8 为把“采样位置”作为筛选条件时的树形遴选界面。对样品进行筛选（例如：采样位置为“CC 区”）时，会呈现符合本筛选条件的站点数和样品数，关闭统计

结果后，会在地图视图中展示筛选后的“资源点”。“馆藏样品检索”展示的样品是可以用于科学家申请、样品分配的，而“现场样品检索”包括所有调查的样品，同时也包括馆藏量较少、无法用于科学家申请、分配的样品。“馆藏样品检索”和“现场样品检索”除在站点数、样品及样品量有差别外，其余筛选结果均相同。

图 8 “采样位置”树形结构目录

Fig.8 Tree-structure catalogue of the “sampling position”

点击展示的“资源点”，可进一步查看本站位样品情况（图 9）。此外，点击站位号，可弹出展示本站位下所有样品的附属信息对话框，包括与该样品相关的子样品与母样品信息、本航次首席科学家、调查船、采样年份和各样品使用信息等。

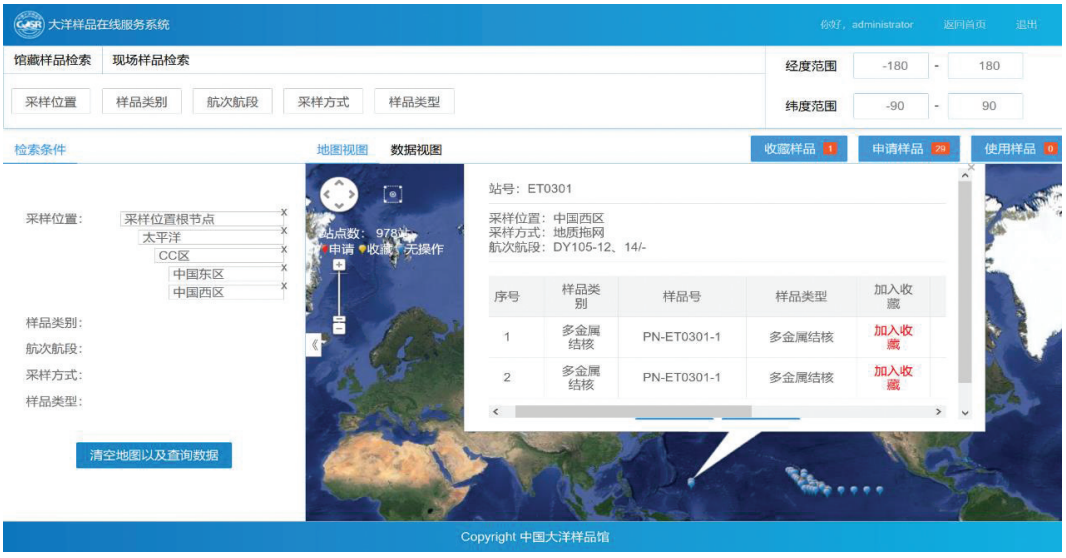


图 9 样品信息界面

Fig.9 Interface of the sample information

点击“数据列表”按钮可查看列表下详细的样品数据信息（图 10），点击相应表头内容，可对数据列表进行排序，并能在数据列表下进行操作。如果科学家需要进行样品申请或航次设计参考，可以对检索样品实施上述操作。在遴选过程中点击 “加入收藏”和“加入申请”按钮对所需样品信息进行收藏和申请，筛选的样品

自动进入收藏或申请样品列表界面。点击“收藏样品”或“申请样品”按钮，可查看已筛选样品情况，对收藏的样品列表编辑完成后点击“加入申请”按钮会自动加入到“申请样品”列表中。收藏和申请样品界面如图 11 和 12 所示。

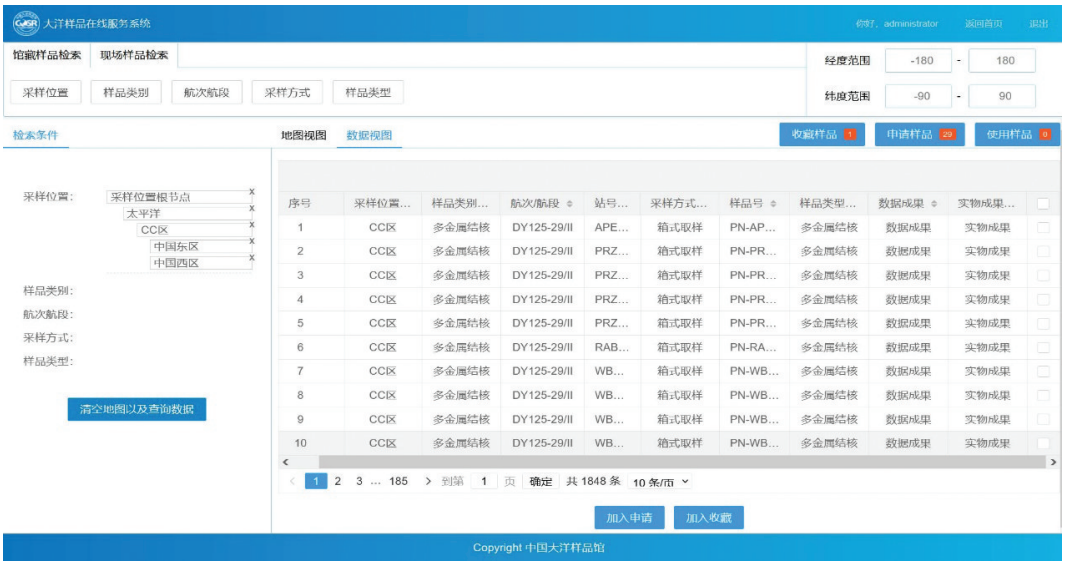


图 10　样品信息列表

Fig.10　The list of the sample information

点击“申请”按钮后，进入申请样品所属任务筛选界面，点击下载对应申请书模板；填写完申请书后，进行线下样品审批及样品分取。如果科学家想要参考既往航次调查样品情况，可通过“现场样品检索”中采样位置、样品类别、航次/航段、采样方式、样品类型等筛选条件进行查询、遴选，通过切换“馆藏样品检索”菜单查询对应馆藏样品情况；在筛选、浏览过程中查询到所需样品，对样品进行收藏、编辑，最后形成对应的样品列表。通过参考样品现场调查信息和馆藏样品情况确认此位置是否需要再次进行站位设计、样品采样，为新航次设计提供数据支撑服务。

图 11　收藏样品列表

Fig.11　The list of the collection samples

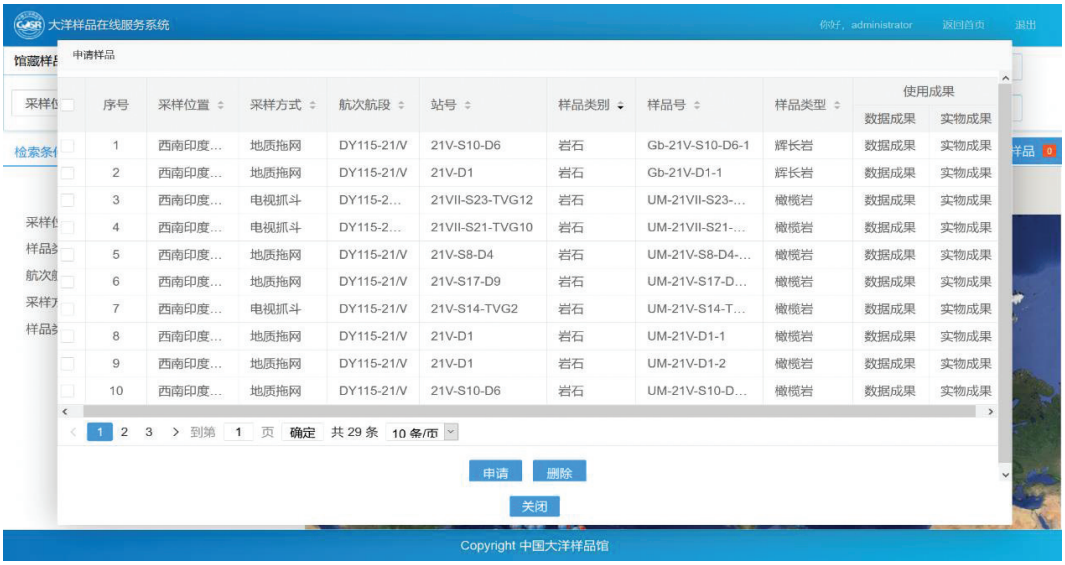


图 12 申请样品列表

Fig.12 The list of the application for samples

5 结 语

为方便用户了解大洋调查航次信息、申请和使用中国大洋样品馆样品资料，设计和研发了大洋样品在线服务系统，本文详细介绍了该系统的设计与实现过程，主要包括：①根据系统功能需求、用户不同，分级分类设计用户角色、权限；②根据系统各功能模块需求，设计系统对应字段和数据库；③系统架构以 HTML5 页面作为前端展示基础，通过 Webservice 与数据库交互，利用 PHP 实现系统前后端交互；④系统提供采样位置、样品类别、航次/航段、采样方式、样品类型五个方面的样品信息筛选条件，以定制权限用户为例，详细介绍了系统应用和操作过程。

大洋样品在线服务系统为用户进行样品信息查询和样品申请提供在线窗口，为新航次调查提供样品信息参考资料，实现样品信息在线服务。由于矿区样品信息尚处于未公开状态，此次仅公开 6 000 多件样品信息；另外样品在线审批功能现处于开发维护阶段，样品审批暂时为线下流程，科学家无法实时掌握样品审批进程。后期，发布的样品信息会逐渐增多，逐渐满足各类用户需求，并逐步实现样品在线审批。此外，系统正在对使用样品检索、使用成果检索等模块进行研发工作，模块上线后可为用户提供更全面的样品信息，更好地服务于科学家的科研工作。

本系统底层架构设计以海洋样品管理和服务为统一整体，对日后边缘海样品的在线申请与服务有一定的借鉴意义。

参考文献(References)：

[1] FANG J, SUN J W, XU H Q, et al. Prediction of seafloors ploymetallic sulphides resources in the North Atlantic Ridge area[J]. Advances in Earth Science, 2015, 30(1): 60-68. 方捷, 孙静雯, 徐宏庆, 等. 北大西洋中脊海底多金属硫化物资源预测[J]. 地球科学进展, 2015, 30(1): 60-68.

[2] YU M, DENG X G, YAO H Q, et al. The progress in the investigation and study of global deep-sea polumetallic nodules[J]. Geology in China, 2018, 45(1): 29-38. 于淼, 邓希光, 姚会强, 等. 世界海底多金属结核调查与研究进展[J]. 中国地质, 2018, 45(1): 29-38.

[3] WEI Z Q, HE G W, DENG X G, et al. The progress in the study and survey of oceanic cobalt-rich crust resources[J]. Geology in China,

2017，44(3)：460-472. 韦振权，何高文，邓希光，等. 大洋富钴结壳资源调查与研究进展[J]. 中国地质，2017，44(3)：460-472.

[4] SUN D，WANG C S. A review of open ocean zooplankton ecology[J]. Acta Ecologica Sinica，2017，37(10)：3219-3231. 孙栋，王春生. 深远海浮游动物生态学研究进展[J]. 生态学报，2017，37(10)：3219-3231.

[5] WANG SH L，BAI F L，HUANG W X，et al. Current status and problems of exploration and development of world ocean metal mineral resources[J]. Marine Geology & Quaternary Geology，2020，40(3)：160-170. 王淑玲，白凤龙，黄文星，等. 世界大洋金属矿产资源勘查开发现状及问题[J]. 海洋地质与第四纪地质，2020，40(3)：160-170.

[6] LIU W H，ZHENG J W，ZHAO J D，et al. Management mechanism and enlightenment of ocean drilling programs[J]. World SCI-TECH R&D，2019，41(1)：77-87. 刘文浩，郑军卫，赵纪东，等. 大洋钻探计划管理机制及启示[J]. 世界科技研究与发展，2019，41(1)：77-87.

[7] GRAYBEAL J，ISENOR A W，RUEDA C. Semantic mediation of vocabularies for ocean observing systems[J]. Computers & Geosciences，2012，40：120-131.

[8] ZHAO H. USGS data management mechanism and implications[J]. Digital Library Forum，2019(7)：24-30. 赵辉. 美国地质调查局数据管理机制及启示[J]. 数字图书馆论坛，2019(7)：24-30.

[9] YANG J K，HAN C H，TIAN X D. Practice of deep-sea data resource management and considerations of the future development[J]. Marine Information，2018，33(4)：10-14. 杨锦坤，韩春花，田先德. 我国深海大洋数据资源管理实践与未来发展探索[J]. 海洋信息，2018，33(4)：10-14.

[10] ZHANG H，HAN C H，YANG J K，et al. Current sharing status and the utilization prospect of ocean data in China[J]. Ocean Development and Management，2017，34(3)：3-11. 张欢，韩春花，杨锦坤，等. 中国大洋数据共享现状与展望[J]. 海洋开发与管理，2017，34(3)：3-11.

[11] HAN C H，LIANG J F，ZHANG J M，et al. Design of ocean data management and sharing platfom[J]. Computer and Modernization，2012(7)：218-221. 韩春花，梁建峰，张俊明，等. 大洋数据管理与共享平台设计[J]. 计算机与现代化，2012(7)：218-221.

[12] ZHANG W B. Research on the current status and countermeasures of the preservation and management of marine geological samples in my country[J]. Science and Management，2011(1)：18-19. 张伟滨. 我国海洋地质样品保存与管理的现状及对策研究[J]. 科学与管理，2011 (1)：18-19.

[13] QIAN L L. Exploitation of the data management software of igneous rocks and its applications[D]. Hubei：China University of Geosciences (Wuhan)，2011. 钱莉莉. 火成岩数据管理软件的开发与应用研究[D]. 湖北：中国地质大学(武汉)，2011.

[14] ZENG H Q. Application service of ocean crust data sharing and resource evaluation based on web service[D]. Hubei：China University of Geosciences (Wuhan)，2009. 曾慧琴. 基于 Web Service 的大洋结壳数据共享与资源评价应用服务[D]. 湖北：中国地质大学(武汉)，2009.

[15] CHEN W F，ZHANG J，XIA M Y，et al. System design and implementation of a resource-sharing platform for polar samples[J]. Chinese Journal of Polar Research，2013，25(2)：185-196. 程文芳，张洁，夏明一，等. 极地标本资源共享平台系统设计与实现[J]. 极地研究，2013，25(2)：185-196.

Design and Implementation of Ocean Sample Online Service System

HOU Cheng-fei[1]，YAN Shi-juan[1]，HUANG Mu[1]，SUN Fu-qiang[1]，LI Jun-fei[2]，LI Na[2]，SUN Yi-ting[2]

(1. *First Institute of Oceanography*，*MNR*，Qingdao 266061，China；

2. *Qingdao Xingcheng Human Resources Co.*，*Ltd*，Qingdao 266000，China)

Abstract：The China Ocean Sample Repository is a specialized agency responsible for collection and sorting，safe storage，sharing and utilization of deep-sea samples in China. So far，a large number of precious ocean samples obtained since the deep-sea resource explorations in China have been collected and preserved and also provided to the scientists through the shared service. Through the studies of these samples by means of advanced equipment and technical methods，the scientists have gained many innovative scientific understandings. However，problems are present. For instance，the information about the samples ob-

tained in previous voyage surveys cannot be fully known, the sample collection situation cannot be mastered in real time, the plan of a new voyage survey can be designed only based on the sample information in the hands and the sample application is also more passive. All of these have lead to a low efficiency of work and further affected the output of achievements in scientific research. In order to alleviate such situation, an ocean sample online service system is developed by using PHP language, Apache service and MySQL database. By hierarchical classification this system can give the users different permissions depending on their requirements, thus making the users conveniently and quickly inquire about sample information and apply for samples. In addition, the system can also provide more comprehensive sample information for a new voyage survey and an active and flexible channel for sample application, by which the scientists are able to make more scientific contributions more efficiently.

Key words: deep-sea samples; inquiring about samples; application for samples; online service

Received: March 17, 2021