

基于 REST 和 OData 的海洋地质数据资源目录服务

苏国辉^{1,2,3}, 戴勤奋^{2,3}, 魏合龙^{2,3}, 孙记红^{2,3}

(1 中国地质大学(武汉)国家地理信息系统工程技术研究中心, 武汉 430074; 2 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室, 青岛 266071; 3 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266071)

摘要:为解决对分布式海洋地质数据资源快速访问和有效融合问题,满足数据资源共享和未来构建大数据应用的需求,提出一种基于 REST 架构模式和 OData 开放数据协议的海洋地质数据资源目录服务方案。首先探讨了基于 REST 和 OData 设计海洋地质数据资源目录服务的基本原则、关键环节,然后分别从目录服务资源实体识别、资源标识、实体数据模型、资源操作等方面进行了详细阐述,最后以 ASP.NET WebAPI 框架为基础说明了实现要点。结果表明,基于 REST 和 OData 设计的数据资源目录服务,使得用户可以快速获取分布式海洋地质数据资源,适用于海洋地质数据资源的组织、标识、获取和服务,该成果对促进地质数据资源的共享融合具有一定借鉴意义。

关键词:海洋地质;资源目录服务;表述性状态转移;开放数据协议

中图分类号:P628+.4

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2018.03005

近年来随着不同比例尺海洋区域地质调查、海岸带环境地质调查和海洋矿产资源调查工作不断开展,海量、异构、动态变化数据快速递增^[1],但是这些数据分布式存储在不同地区数据库系统中,具有很强的异构性和自身特点^[2],基于以上数据提供的分布式 GIS 服务和网站间彼此孤立,信息共享和应用交互比较困难,使得用户较难及时高效地获得全面信息。同时为满足用户需求和有利于构建大数据及其应用,需要服务提供者们不仅开放数据给第三方,还需要从独立提供服务向协同、共享发生转变。因此,如何使用户快速获取分布式多源的海洋地质数据和如何促进对这些数据资源的有效共享融合成为了当前急需解决的问题,

需要在此基础上为用户提供数据资源目录服务,即针对信息资源描述信息提供发现、管理功能的服务,作为对多源海量数据资源的访问入口。本文提出一种基于 REST^[3] 架构模式和 OData^[4] 数据协议的海洋地质数据资源目录服务(简称目录服务)构建方案,并使用微软公司 ASP.NET WebAPI 框架进行实现。

1 REST 和 ODATA

随着(Web2.0)的发展,由 Yahoo、Google 和 Facebook 等大型互联网公司的倡导,REST(Representational State Transfer,表述性状态转移)在 Web 领域得到了广泛的接受。REST 用来定义一个 Web 服务 API(Application Program Interface,应用程序编程接口),是为 Web 应用而设计的面向资源的架构,其核心抽象是资源,即把 Web 看作一组资源的集合,任何能够被命名的信

收稿日期:2018-01-18

基金项目:中国地质调查局二级项目(DD20160157)

作者简介:苏国辉(1977—),女,硕士,高级工程师,主要从事海洋地质信息化、数据库、地理信息系统研究工作。E-mail:qds-guohui@126.com

息都可以作为一个资源,如一个文档、一幅图片、一个视频等。每个资源都有一个唯一的 URI(Universal Resource Identifier,统一资源标识符)来标识,用户通过 URI,利用 HTTP 提供的 GET、POST、PUT 和 DELETE 等方法对资源进行获取、创建、修改和删除等操作,获取资源的表述,即资源的当前或预期状态。纯文本、HTML、XML、JPEG、WMV 等都是资源的表述形式^[5]。

较之传统 Web 架构,REST 架构是一种轻量级的 Web Service 架构,是一种基于资源的服务访问框架^[6],其核心特征就在于强调资源集合之间有一个统一的接口^[7]。REST 以其可寻址性、接口统一性、无状态性、高可伸缩性、松耦合性等特征,能够满足基于不同层次抽象的海洋地质数据管理的需求。同时由于其可完全通过 HTTP 协议实现,还可以利用缓存 Cache 来提高响应速度,在性能、效率和易用性上都优于 SOAP 协议^[8]。此外 REST 通过 URI 来定位 Web 上可用的每种资源和服务,更利于服务的动态聚合。但是 Rest 只是一种设计 Web 服务的思想,不是一种标准化的协议。正由于缺乏标准化,从而导致各家公布的 Restful API 统一通用方面的欠缺。而 OData 就是为弥补这种欠缺而被提出来的标准协议。

OData(Open Data Protocol,开放数据协议)是用来查询和更新数据的一种 Web 协议标准,用于创建基于 REST 的数据服务,其允许使用统一资源定位符和在实体数据模型中定义的资源使用简单的 HTTP 消息由 Web 客户机发布和编辑。OData 应用了 Web 技术如 HTTP、Atom 发布协议和 JSON 等来提供对不同应用程序、服务和存储的信息访问,可以把存在于应用程序中的不同数据源的数据暴露出来,这些数据源包括但不限于:关系数据库、文件系统、内容管理系统和传统 Web 站点。该标准由微软发起,前 3 个版本 1.0、2.0、3.0 都是微软开放标准,第 4 个版本 4.0 于 2014 年 3 月 17 日在 OASIS 投票通过成为开放工业标准,主要包括了以下内容:PART1:Protocol Core,定义协议的核心语义;PART2:URL^[9],定义 URL 的构建规则;PART3:CSDL(Common Schema Definition Language,通用模式定义语言)^[10],定义了由 OData 服务公开的实体数据模

型的 XML 表示,此外还有 OData Atom Format、OData Json Format、Vocabulary Components 等,规定了通过 OData 交互的资源表述格式,其中已有部分内容在 2016 年 12 月成为 ISO 国际标准,包括 PART1: Protocol Core^[11] 和 OData Json Format^[12]。利用 OData 可以简化和标准化人们操作和查询数据的方式,利用 OData 类库去创建和访问 REST API 可以减少开发人员的工作量。

2 海洋地质数据资源目录服务 Rest 设计

2.1 API 设计原则

海洋地质数据资源目录服务 API 基于下列原则设计:

(1)遵循 OData 数据开放协议构建 REST 风格 Web 服务,用于获取并操作在实体数据模型中定义、经统一资源标识符(URI)标识的资源;

(2)数据模型按照 OData4.0 给出的实体数据模型(EDM)定义,采用 OData-CSDL 规则描述,构建人机可读的规范化 API 文档,维护服务的自描述性;

(3)资源模型以资源目录树方式构建,各节点资源的 URL 按照 OData-URL 标识;

(4)资源的 CRUD 基本操作通过 HTTP 方法(GET、PUT/PATCH、POST、DELETE)请求资源 URI 实现;

(5)服务采用客户端与服务器之间的发送—接收双向交互模式,交互协议采用 HTTP 或 HTTPS。交互以用户可访问的入口为起点,之后由超文本驱动客户端应用状态;

(6)交互媒体类型不限,只要客户端支持即可,并可通过 HTTP 内容协商机制进行协商,缺省媒体类型为 JSON(JavaScript Object Notation),这主要是考虑到以 JSON 格式进行数据转换,能够最大限度地减少冗余数据的传输,其解析速度远快于 XML,能够为访问异构网络数据进行高效简洁的数据解析。

2.2 设计基本路线

REST 式 Web 服务的设计要严格遵循面向

资源的架构约束,进行实体识别、资源 URI 标识、资源数据结构定义和资源操作定义,其主要挑战在于明确并定位个体资源以及构建异步的、事件驱动风格的交互^[13]。海洋地质数据资源目录服务按以下 4 个步骤进行设计,如图 1 所示:

- (1)根据 REST 体系架构风格和 ROA 原则进行目录服务资源实体的精确抽象,识别出目录服务资源实体;
- (2)进行目录服务资源标识,赋予资源一定结构的 URI 进行标识;
- (3)进行目录服务实体数据模型定义,即进行数据结构定义,明确实体有哪些属性以及这些属性的类型和约束条件,遵照 OData 实体数据模型(EDM)进行定义,并按 OData-CSDL 描述,形成符合 OData Schema 模式的定义文档;
- (4)进行资源 CRUD 操作定义,设计交互模型。



图 1 目录服务设计基本路线

Fig. 1 Flowchart of the Directory Services

2.3 目录服务资源实体识别

- 考虑一种常见对海洋地质数据资源目录进行访问的场景。
- (1)从服务器获取目录清单,可直接点击给出的目录清单,也可按关键词或按地理范围检索出感兴趣的目录清单;
 - (2)可选择清单中感兴趣的具体条目,了解该条目的详细信息,如条目的发布单位、摘要等;
 - (3)可查看该条目访问量、收藏量、所在的空

- 间范围等;
- (4)根据需要直接访问该条目下的数据资源或者申请下载数据资源。
- 则对满足上述场景的模型进行如下简单抽象:
- (1)目录清单,是众多条目集合,清单中每一条记录作为一个条目。考虑到获取全部条目时返回的数据量可能会很大,可按某一属性(如发布机构、资源类型、区域、专题、数据类别、项目、航次)进行条目的分组汇总,检索出符合条件的条目集合。
 - (2)某一条目相关资源集合,包括表现为不同媒体类型的 1 个或多个资源。
 - (3)为方便检索,引入标签概念,标签是某类数据资源的索引标记,是数据资源之间相关性的体现,可用于相关数据资源检索,也可作为超媒体驱动客户端应用状态。
 - (4)某一条目的访问量,用于记录条目的点击量、收藏量。

由此,可以识别出如下实体:目录、条目、资源集合、条目访问量集合、标签集合。

2.4 目录服务资源标识

- 目录服务资源标识必须符合以下几点:
- (1)用 URI 来标识,遵照 OData-URL 来规范标识,使得同一服务下提供的资源标识遵循一致的规则;
 - (2)标识必须做到“见名知义”,简洁明了;
 - (3)根据资源粒度的不同,标识还必须体现资源的层次,用户可以根据 URI 标识来实现对数据信息的逐步挖掘,也就是说具备一定的导航功能。
- 表 1 给出了目录服务资源标识的示例。

表 1 资源标识示例
Table 1 Example of resource identification

资源实体	URL 示例
服务文档	// serviceRoot, 服务根目录
目录	// serviceRoot/Catalogs
选定条目	// serviceRoot/Catalogs('6F9619FF-8B86-D011-B42D-00C04FC964FF')
按发布机构汇总的条目	// serviceRoot/Catalogs? \$ apply=groupby((Agency),aggregate(Catalogs/ \$ count as CatalogsCount))
选定条目的相关资源集合	// serviceRoot/Catalogs('6F9619FF-8B86-D011-B42D-00C04FC964FF')/Resources
选定条目 PDF 格式资源	// serviceRoot/Catalogs('6F9619FF-8B86-D011-B42D-00C04FC964FF')/Resources? filter=toupper(Format) eq PDF
选定条目点击量	// serviceRoot/ Catalogs ('6F9619FF-8B86-D011-B42D-00C04FC964FF')/Hits
标签集合	// serviceRoot/Tags

2.5 目录服务数据模型

海洋地质目录服务数据模型按照 OData4.0 给出的实体数据模型进行定义,图 2 给出了目录、资源、条目访问量集合、标签集合等实体的属性、属性的类型、实体间关联。其中遵照 OData-CSDL 的资源实体数据模型的 XML 表示如下:

```
<EntityType Name="Resource">
  <Annotation Term="Core. Description"
String="资源" />
  <Annotation Term="Core. LongDescription"
String="条目具体资源信息" />
  <Key>
    <PropertyRef Name="Identifier" />
    <PropertyRef Name="SeqNO" />
  </Key>
  <Property Name="Identifier" Type="Edm. Guid" Nullable="false">
    <Annotation Term="Core. Description"
String="资源编号" />
```

```
<Annotation Term="Core. LongDescription"
String="引用 Catalog 实体的资源唯一标识符" />
  <Annotation Term="Validation. Pattern"
String="^[0-9a-f]{8}-[0-9a-f]{4}-[0-9a-f]{4}-[0-9a-f]{4}-[0-9a-f]{12}$" />
</Property>
  <Property Name="SeqNo" Type="Edm. Byte" Nullable="false">
    <Annotation Term="Core. Description"
String="资源序号" />
  <Annotation Term="Core. LongDescription"
String="服务自增的条目相应数据资源正整数序号" />
  <Annotation Term="Validation. Minimum" Int="1" />
</Property>
  <Property Name="AccessURL" Type="Edm. String" Nullable="false">
    <Annotation Term="Core. Description"
String="资源 URL" />
```

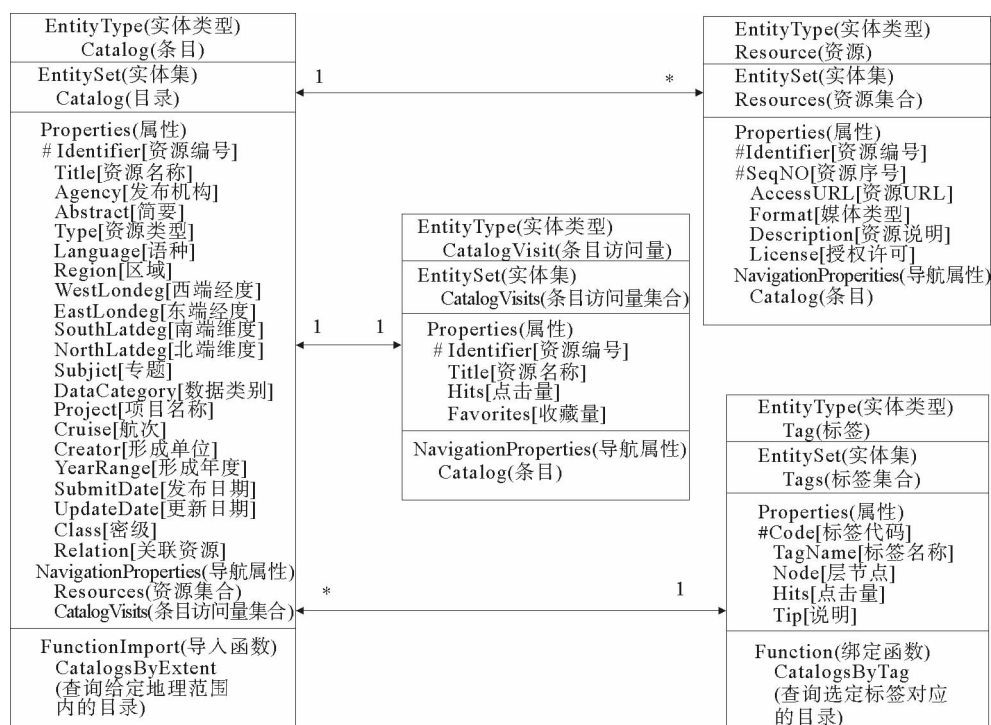


图 2 目录服务实体数据模型

Fig. 2 Entity data model of directory services

```

    <Annotation Term="Core. LongDescription" String="数据资源的可访问 URL 链接" />
    <Annotation Term="Validation. Pattern" String="^(ht|f)tp(s?)\:\/\/[0-9a-zA-Z]([-\.\w]*[0-9a-zA-Z])*(:(0-9)*)*(\/?)([a-zA-Z0-9\-\.\? \,\'\/\\\+&amp;%\$#_]*)? $" />
  </Property>
  <Property Name="Format" Type="Edm.String" Nullable="false">
    <Annotation Term="Core. Description" String="媒体类型" />
  </Property>
  <Property Name="Description" Type="Edm.String">
    <Annotation Term="Core. Description" String="资源说明" />
    <Annotation Term="Core. LongDescription" String="资源共享方式、内容、大小、适用范围等信息描述" />
    <Annotation Term="Core. IsLanguageDependent" />
  </Property>
  <Property Name="License" Type="Edm.Boolean" Nullable="false">
    <Annotation Term="Core. Description" String="授权许可" />
    <Annotation Term="Core. LongDescription" String="需要授权的数据资源选择 ture, 否则为 false" />
  </Property>
  <NavigationProperty Name="Catalog" Type="Mgd. Catalog" Nullable="false" Partner="Resources">
    <ReferentialConstraint Property="Identifier" ReferencedProperty="Identifier" />
  </NavigationProperty>
</EntityType>

```

2.6 目录服务交互

用户客户端与海洋地质数据资源目录服务

API 交互是从一个客户可访问的 URL 作为入口,入口主页作为目标资源的访问起点,之后跟随表述中内嵌的超文本链接实现对目标资源的交互操作,客户端应用状态也随之改变。图 3 给出了目录服务客户端应用状态变化。

目录服务利用 HTTP 协议的标准动词来对资源进行 CRUD 访问,其中 GET 表示获取资源(即 READ 操作),POST 表示创建新的资源(即 CREATE 操作),PUT 表示通过替换原有数据值的方式更新资源(即 UPDATE 操作),DELETE 表示删除资源(即 DELETE 操作)。表 2 给出了目录服务资源基本操作示例。

3 目录服务实现

基于以上设计,在 Visual Studio 2015 中采用 ASP.NET WebAPI 框架和 ODataV4 创建 WEB API 和 OData 客户端。主要实现要点包括:首先可利用 Entity Framework 6 定义实体数据模型;其次通过配置 OData 终结点和添加 OData 控制器来暴露数据资源;然后添加 OData 客户端应用构建海洋地质数据资源目录服务;最后采用 Ajax 框架技术^[14]调用了该服务,采用 JSON 进行数据交换。

4 结论

本文说明了基于 REST 架构模式和 OData 开放数据协议设计海洋地质数据资源目录服务的关键环节,分别从目录服务资源实体识别、目录服务资源标识、实体数据模型、资源操作等环节进行了详细阐述,最后以 ASP.NET WebAPI 框架和 ODataV4 为基础实现了该服务。结果表明,基于 REST 架构和 OData 开放数据协议建立的目录服务使得用户可以快速获取分布式海洋地质数据资源,当不同组织单位都遵照 OData 暴露数据资源时,促进了对这些数据资源的有效共享。该方案适用于海洋地质数据资源的组织、标识、共享和服务,适用于任何规模与部署方式的海洋地质信息资源共享与互操作平台建设,为进一步开展数据融合工作发挥了积极应用价值,值得在实际中推广应用。

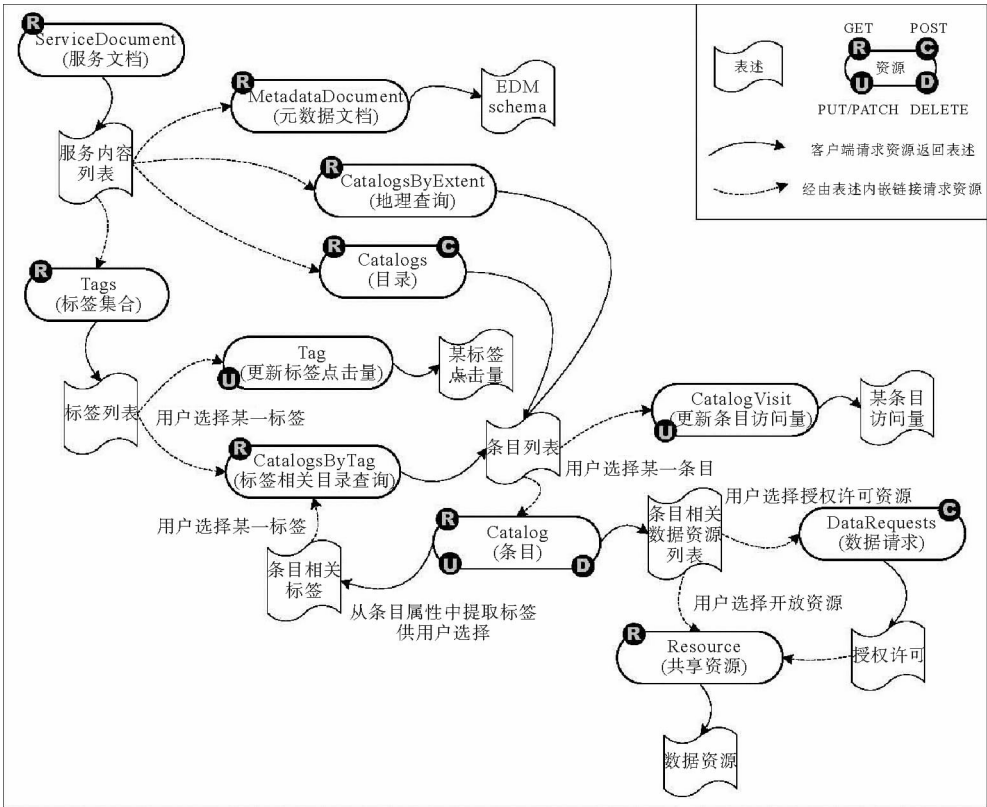


图 3 目录服务客户端应用状态图

Fig. 3 Client application of the directory services

表 2 资源 CRUD 基本操作示例

Table 2 Example of resource CRUD basic operation

资源	URI	HTTP 方法			
	// serviceRoot(服务根目录)	GET	PUT/PATCH	POST	DELETE
目录	Catalogs	返回所有条目			
条目	Catalog	返回选定条目	更新条 目信息	添加新条 目及其 关联资源	删除某条 目（将级 联删除条 目关联资源）
目录相关资源	Catalogs(entityKey) /Resources(SeqNO)	返回选定条目的某一资源	no	no	no
	Catalogs? \$ expand= resources	返回目录及其关联资源	no	no	no
	Catalogs? \$ filter=				
目录查询 结果示例	contains(Title, @Keywords)	返回标题含搜索关键词的目录	no	no	no
	Catalogs? \$ filter= {expression} & \$ orderby= SubmitDate)	返回按发布日期排序的目录	no	no	no
条目点击量	Catalogvisits(entityKey)/Hits	no	更新点击量	no	no
标签集合	Tags	返回所有标签	no	添加新标签	no
标签相关目录	Tags(entityKey)/CatalogsByTag()	返回标签相关目录	no	no	no

参考文献:

- [1] 戴勤奋. 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.
- [2] 苏国辉. 海洋地质数据集中的关键问题和方案[J]. 海洋地质前沿, 2011, 27(11): 51-54.
- [3] Fielding R T. Architectural styles and the design of network-based software architectures[D]. Irvine: University of California, 2000.
- [4] Pizzo M, Handl R, Zurmuehl M. OData Version 4. 0. Part 1: Protocol. [R/OL]. <http://docs.oasis-open.org/odata/odata/v4.0/odata-v4.0-part1-protocol.pdf>, 02 June 2016.
- [5] 詹 骞. 基于 Ajax/REST 的 GIS WEB 服务研究与实现[D]. 北京: 中国地质大学, 2008.
- [6] Zhang X W, Lei W M, Zhang W. Using P2P network to transmit media stream in SIP-based system[C]//Proc of the International Conference for Young Computer Scientists (ICYCS 2008), 2008: 362-367.
- [7] Wang X L, Sun X M, Yang H F. An anonymity and authentication mechanism for internet of things[J]. Convergence Information Technology, 2011, 6(3): 98-105.
- [8] 林金鹏. 基于 REST 架构的 WEB 服务的设计与测试研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2011.
- [9] Pizzo M, Handl R, Zurmuehl M. OData Version 4. 0. Part 2: URL[R/OL]. <http://docs.oasis-open.org/odata/odata/v4.0/odata-v4.0-part2-url-conventions.pdf>, 02 June 2016.
- [10] Pizzo M, Handl R, Zurmuehl M. OData Version 4. 0. Part 3: CSDL. [R/OL]. <http://docs.oasis-open.org/odata/odata/v4.0/odata-v4.0-part3-csdl.pdf>, 02 June 2016.
- [11] ISO/IEC 20802-1: 2016. Information technology—Open data protocol (OData) v4.0—Part 1: Core[S]. 2016.
- [12] ISO/IEC 20802-2: 2016. Open data protocol (OData) v4.0—Part 2: OData JSON Format[S]. 2016.
- [13] 唐旭华, 邹峥嵘. 基于 RESTful Web Services 的空间数据共享[J]. 测绘科学, 2010, 35(4): 122-124.
- [14] Garrett J J. Ajax: A New Approach to Web Applications [EB/OL]. <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>, 2005.

SERVICES OF MARINE GEOLOGY DATA RESOURCE DIRECTORY BASED ON REST AND ODATA

SU Guohui^{1,2,3}, DAI Qinfen^{2,3}, WEI Helong^{2,3}, SUN Jihong^{2,3}

(1 National Engineering Research Center for Geographic Information System, Wuhan 430074, China;

2 The Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology, MLR, Qingdao 266071, China;

3 Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to make more rapid visit and efficient integration of distributed marine geology data resources to meet the demand of data sharing and large data application, a marine geological data resource catalog service directory based on REST and OData is proposed in this paper. First of all, we discussed the basic principles and key links of directory services, and then elaborated in details the aspects of resource entity identification, resource identification, entity data model and resource operation. Finally, the key points for implementation are explained based on ASP.NET WebAPI framework. The results show that the data resources directory services based on REST and OData, will enable users to a quick access to distributed data resources and is applicable to the organization, identification, acquisition and service of marine geological data resources. This achievement is of significance to the sharing and integration of geological data resources.

Key words: marine geology; resource directory services; representational state transfer; open data protocol