

引用: 米石云, 牛敏, 吴珍珍, 等. 全球油气资源信息系统构建与关键技术 [J]. 中国石油勘探, 2022,27(6):145-154.

Mi Shiyun, Niu Min, Wu Zhenzhen, et al. Global Petroleum Resources Information System construction and key technology[J]. China Petroleum Exploration, 2022,27(6): 145-154.

# 全球油气资源信息系统构建与关键技术

米石云 牛 敏 吴珍珍 李大伟 张 倩

( 中国石油勘探开发研究院 )

**摘 要:** 为了给中国油气行业从业人员、各油公司和社会公众提供全球油气地质与资源相关知识信息, 助推海外资源的获取与利用, 采用基于网络的油气地质知识管理应用系统与专业网站研制构建相结合的技术, 研制与建设了全球油气资源信息系统专业网站。该网站系统公开发布关于全球、各大区、海外主要含油气盆地的油气地质特征、油气富集规律、油气资源潜力等一系列自主研究成果, 以及全球油气行业动态信息、已公开的行业实用资料等; 创新与实现了包括全球油气资源评价知识碎片化管理与规范报告自动生成技术、动态网络资源自动获取与发布技术、基于数据驱动的资源评价结果自动汇总与更新技术、模板化报表自动生成技术等多项关键技术; 能够为海外油气业务相关科学研究及决策提供数据、信息、知识等多方面的支持服务, 具有良好的应用前景。

**关键词:** 油气地质; 资源潜力; 信息系统; 盆地知识库; 发布网站

**中图分类号:** TE19 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-7703.2022.06.015

## Global Petroleum Resources Information System construction and key technology

Mi Shiyun, Niu Min, Wu Zhenzhen, Li Dawei, Zhang Qian

( PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development )

**Abstract:** For the sake of providing global petroleum geology and resources information to domestic petroleum industry employees, oil companies and social public, and hopefully boosting the acquisition and utilization of overseas resources, the Global Petroleum Resources Information System professional website has been developed and constructed by integrating the network-based petroleum geological knowledge management application system and professional website construction technology. In this information system, a series of data are publicly released online, including the independent research results such as petroleum geological characteristics, hydrocarbon enrichment and distribution rules, and resources potential of the major petroliferous basins in overseas areas, major regions and the whole world, as well as dynamic information of global petroleum industry and practical public industrial information. In addition, several key technologies have innovatively been developed, including knowledge fragmentation management of global petroleum resources assessment and automatic generation of standardized report, automatic acquisition and release of dynamic network resources, data driven automatic summarization and updating of petroleum resources assessment results, and automatic generation of template reports and forms, which effectively provide data, information and knowledge support services for scientific research and decision making of overseas oil and gas business, showing good application prospects.

**Key words:** petroleum geology, resources potential, information system, basin knowledge library, public website

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司科学研究与技术开发项目“全球重点领域超前选区选带研究”(2021DJ3101)。

第一作者简介: 米石云(1966-), 男, 湖南隆回人, 博士, 2009年毕业于中国石油勘探开发研究院研究生部, 高级工程师, 长期从事油气资源信息系统研发与应用、石油地质定量研究与油气资源评价工作。地址: 北京市学院路20号中国石油勘探开发研究院, 邮政编码: 100083。E-mail: symi@petrochina.com.cn

收稿日期: 2022-07-20; 修改日期: 2022-09-16

## 0 引言

长期、大规模利用海外油气资源是保障国家能源安全的重大战略<sup>[1-6]</sup>。自“十一五”以来,国家持续设立全球油气资源评价重大专项,通过攻关研究,形成了一系列自主创新成果:一是创新古板块位置原型盆地、岩相古地理与成藏要素重建技术,对油气进行溯源定位,揭示了全球油气富集规律<sup>[7-8]</sup>;二是创建以“成藏组合”为单元的油气资源评价技术体系,实现对全球常规、非常规油气资源的定量评价,获得拥有自主知识产权的全球油气资源潜力数据<sup>[7,9]</sup>;三是开创了资源、经济 and 风险评估于一体的海外油气资产快速评价体系,实现了海外油气资源的规模化利用<sup>[10-11]</sup>;四是首次建成集资源评价数据库与资源评价应用软件于一体的全球油气地质与资源评价数据平台,有力支撑了中国石油天然气集团有限公司(简称中国石油)的全球油气资源评价与选区选带研究<sup>[12]</sup>。为方便广大社会公众有效共享使用全球油气资源评价国家专项研究成果,便捷准确地查询中国石油勘探开发研究院一年一度发布的《全球油气勘探开发形势及油公司动态》报告、全球油气资源潜力数据及全球行业动态信息,从而更好地促进中国油气公司与民营企业对海外油气资源的开发与利用,中国石油首次建成包含全球含油气盆地知识库的全球油气资源信息系统发布网站,并于2020年9月22日在国家能源局主持下公开发布上线。

为了让广大社会公众更好地熟悉了解全球油气资源信息系统,促进对该系统中丰富且珍贵的全球油气资源知识、信息的有效利用,本文从学术与技术层面介绍该系统的研制建设思路、发布的主要知识信息内容、创新与实现的关键技术、推广应用前景等,以期给中国油气行业管理层、各油气公司和社会公众提供更完善的全球油气地质与资源相关信息服务,助推海外资源的获取与利用。

## 1 总体构建思路

### 1.1 应用目标

人类社会早已进入互联网时代,通过互联网上的大型综合门户网站及各类专业网站查询获取最新的信息资讯及专业知识,早已成为人们最常用、最主要的信息获取方式。因此,为了向全社会公开与持续发布

全球油气资源评价项目成果及相关信息,应采用在公网环境下可自由访问的专业网站方式。研制与建设公网环境下独立运行的全球油气资源信息系统发布网站(图1),内含与嵌入所要发布的各项内容及相应应用软件成为必然的技术选择。作为专门发布油气资源信息的专业网站,全球油气资源信息系统的研制与建设,应实现以下四方面的总体目标:

(1) 提供并发布全球、各大区、海外主要含油气盆地的油气地质特征、油气富集规律、油气资源潜力的知识与认识。

(2) 发布与不断更新全球油气资源评价项目中关于全球常规/非常规资源潜力评价的具体结果数据。

(3) 持续跟踪分析全球油气勘探开发动态、国际大油公司经营策略与发展方向,发布与更新中国石油勘探开发研究院相应专题研究成果。

(4) 持续收集、整理与上载全球油气行业新闻信息、已公开发布可共享使用的油气行业政策、法律合同、行业标准等实用资料,为海外油气资产获取提供有益的辅助信息。

### 1.2 实施方案

通常,以新闻信息为主的资讯网站(如新浪网、搜狐网)大都以单一的图、文结合网页来展现单个主题内容,用户交互操作极为简单(鼠标单击相应链接,直接打开对应网页阅读、浏览)<sup>[13]</sup>。但作为专业的全球油气资源知识与行业资讯查询应用网站,为了更好地满足用户对相应专业数据查询、分析的应用需求,清晰展现不同层级对象、不同专题知识间的隶属与关联关系等,必须具备通用的数据库查询应用功能<sup>[14]</sup>,如树导航、多参数组合查询、专业图形显示工具、智能报表生成、多量纲展示、WebGIS地图导航等,而且还应具有专门针对油气地质与资源潜力知识的规范化、卡片式/百科式展示功能。为此,特别采用了基于网络的油气地质知识管理应用系统与专业网站研制构建相结合的技术方案:首先,研制构建网站主体框架,在该框架下逐一实现结构层次相对简单、交互操作较少的应用模块;其次,单独研制开发专门用来管理与展示全球、大区、盆地各层级对象油气地质与资源潜力知识的专业应用系统——全球含油气盆地知识库;最后在统一用户管理机制下将该应用系统嵌入到网站主体框架中,再整体部署上线。



图1 全球油气资源信息系统首页面示意图

Fig.1 Homepage of the Global Petroleum Resources Information System

## 2 系统总体架构

### 2.1 网站系统层次架构

全球油气资源信息系统网站从功能结构角度可大体划分为数据层、业务逻辑层、表现层3层结构(图2)。

#### 2.1.1 数据层

数据层即数据存储平台,采用关系型数据库与全文数据库相结合的方式实现对所有资源数据的存储和管理。利用关系型数据库的业务处理能力、全文数据库的海量存储和检索性能,采用全文检索技术实现对关系型数据库中数据资源的全文索引创建,由全文数据库提供统一的全文检索功能。

#### 2.1.2 业务逻辑层

业务逻辑层是整个网站系统建设的核心。基于底层数据库系统,采用VSB(Visual Site Builder)网站群管理技术<sup>[15]</sup>、全文检索技术、内容管理技术、安全和防火墙技术、工作流技术及统一认证技术来搭建网站总体业务应用服务,包括网站内容管理、信息发布、信息采集、搜索引擎服务等,并通过统一身份认证服务对网站内所有业务应用进行统一用户数据整合。

#### 2.1.3 表现层

表现层为统一门户网站提供交流互动、子站服务等直接面向访问者的服务功能,实现信息展示、应用服务等人机交互功能,为系统管理员、信息维护员、浏览者等提供系统操作界面。

### 2.2 全球含油气盆地知识库功能架构

全球含油气盆地知识库是基于已有的全球油气资源信息系统(企业内部版)开发平台研制建设的,是专门针对全球、大区、主要含油气盆地油气地质与资源潜力相关的各类数据、信息、知识进行规范化、卡片式在线管理、展示与应用的系统。该知识库主要内容与功能包括对全球、大区、盆地三级对象的管理;油气地质与资源知识管理、展示与应用;油气地质与资源知识内容整理、制作与入库。其中知识管理定义了所有知识的层次构成与具体内容组成,对知识管理系统研制与知识库资源建设具有关键的统领作用。

全球含油气盆地知识库是具有完整知识管理功能并基于网络运行的应用系统,具体由GIS导航、系统管理、知识采集、知识审核、知识展示、知识检索、数据统计、个人中心、数据查看共九大功能模块组成(图3)。

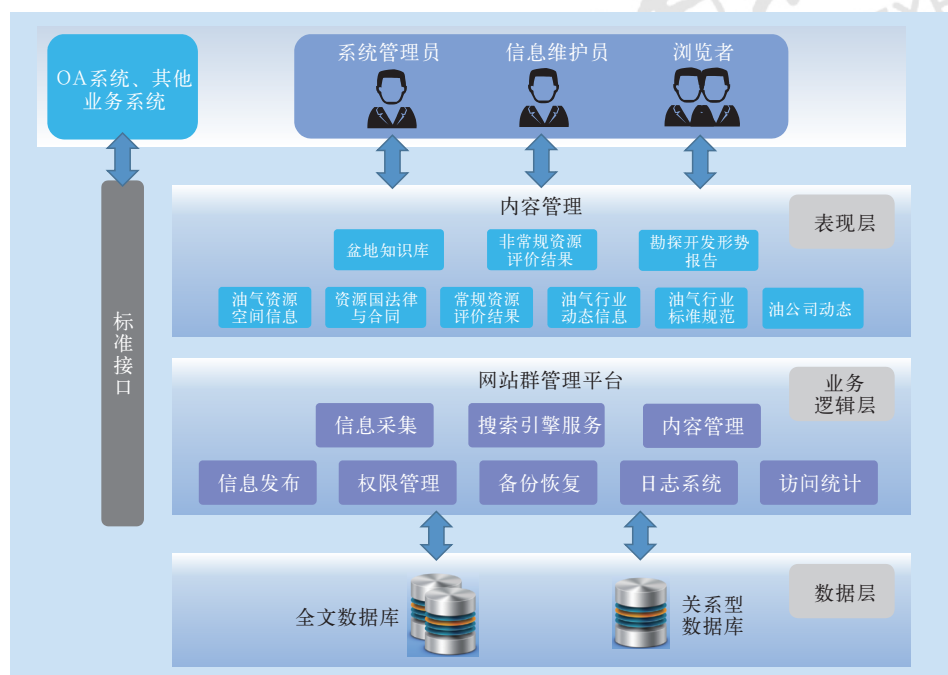


图2 全球油气资源信息系统网站层次架构图

Fig.2 Hierarchical structure of the Global Petroleum Resources Information System

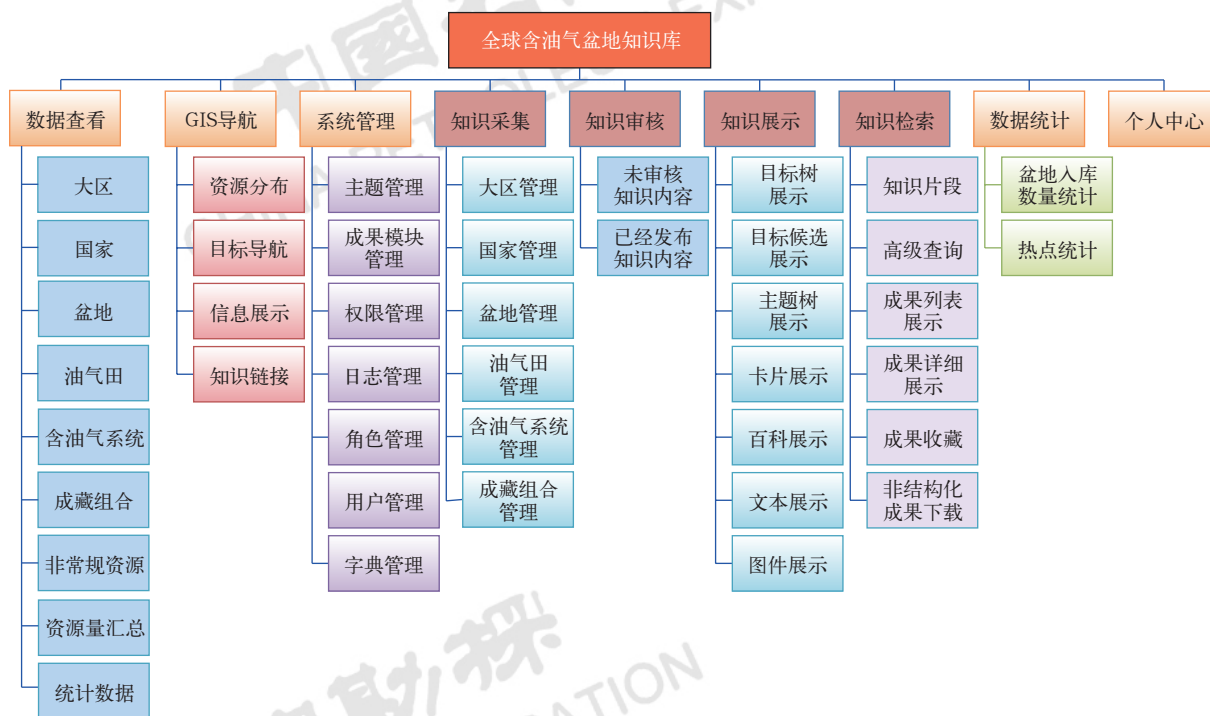


图3 全球含油气盆地知识库功能架构图

Fig.3 Functional architecture of knowledge database of global petroliferous basins

### 3 系统发布的主要知识、信息内容

全球油气资源信息系统主要发布全球油气资源评价项目及与之相关的中国石油勘探开发研究院自主研

究成果、油气行业动态信息和油气行业内已公开发布的政策法规、标准等可供共享的资料三大方面。其中研究成果是核心内容，具体又分为全球含油气盆地知识库、全球油气资源评价成果数据、《全球油气勘探

开发形势及油公司动态》报告3个方面。

### 3.1 全球油气资源评价及相关研究成果

#### 3.1.1 全球含油气盆地知识库

全球含油气盆地知识库是全球油气资源信息系统

的核心内容,从常规与非常规资源两方面按全球、大区、盆地3个层级,发布与提供相应对象的油气地质特征及资源潜力认识(图4)。由于实现了各知识单元的碎片化、数据库管理,所以能以知识主题树、规范报告、GIS专题图等多种方式灵活展现相应知识信息。



图4 全球含油气盆地知识库展示界面

Fig.4 Display interface of knowledge database of global petroliferous basins

##### 3.1.1.1 全球知识库

全球知识库包含全球油气地质与常规资源知识及全球非常规资源知识两大部分。

(1) 全球油气地质与常规资源知识。

全球油气地质与常规资源知识系统总结与概述全球油气资源评价项目中关于全球油气地质与常规油气分布规律、油气资源潜力评价成果,主要包括(全球)盆地概况、构造背景、沉积体系、成藏要素、资源潜力五大方面(图4)。其中,盆地概况分为全球主要含油气盆地的地理分布与类型分布(主要为克拉通盆地、大陆裂谷盆地、被动陆缘盆地、前陆盆地、弧后盆地、弧前盆地六大类<sup>[16]</sup>)。构造背景分为构造特征(全球主要板块构造划分、全球主要地质历史时期缝合造山带分布及特征)、构造演化(板块构造演化历史及阶段划分、主要地质历史时期板块构造格局、主要地质历史时期原型盆地形成与分布)两大方面。沉积体系分为岩相古地理分布和岩相古地理演化。成藏要素

则从烃源岩、储层、盖层三方面揭示全球油气成藏基本要素与总体规律。资源潜力则在全球层面上总结全球油气资源评价项目中关于油气储量、产量统计与资源量评价结果,包括全球已发现油气储量分布、已发现油气田储量增长、待发现油气资源分布和最终可采油气资源分布。

(2) 全球非常规资源知识。

全球非常规资源知识首先总述全球油气资源评价项目中关于重油、油砂、致密油(页岩油)、油页岩油、页岩气、致密气和煤层气7类非常规油气资源类型定义及相应的资源评价方法,以及全球层面的非常规油气资源评价结果与资源分布特征;然后按重油、油砂、致密油(页岩油)、油页岩油、页岩气、致密气和煤层气分别介绍每种资源类型的勘探开发利用现状,以及该资源类型分大区、分国家、分盆地、分层系的评价结果,并总结其全球资源富集规律<sup>[17]</sup>。

### 3.1.1.2 大区知识子库

大区知识子库包含全球范围内划分的非洲、中东、中亚、俄罗斯、南美、北美、亚太、欧洲8个大区相应的油气地质与常规资源知识及各大区非常规资源知识。

#### (1) 各大区油气地质与常规资源知识。

全球油气资源评价项目将全球含油气盆地分别纳入8个大区中进行评价。在完成各大区内所有盆地地质研究与常规资源评价基础上,在大区层面上对基本概况、基础地质特征、石油地质条件、常规资源潜力进行归纳总结,形成对应的各大区常规资源评价专题报告。

#### (2) 各大区非常规资源知识。

与各大区常规资源知识基本类似,在完成各大区内主要盆地的非常规资源评价基础上,在大区层面上对各大区非常规资源总体情况、资源分布进行归纳总结,形成对应的各大区非常规资源评价专题报告,其中资源分布包括矿种类型分布、盆地分布、盆地类型分布及重点盆地矿种勘探开发现状4个方面。

### 3.1.1.3 盆地知识子库

盆地知识子库是含油气盆地知识库最重要的主体内容,包含了全球主要含油气盆地相应的盆地油气地质与常规资源知识及盆地非常规资源知识两大部分。

#### (1) 盆地油气地质与常规资源知识。

盆地油气地质与常规资源知识是盆地知识子库的主体内容。根据盆地的勘探开发成熟度、资源富集程度及资料获取与掌握情况,按重点、详细、一般3个评价层次进行石油地质条件与资源潜力评价,从而形成对应的各盆地研究报告<sup>[18]</sup>。研究报告主要分为以下七大方面:(1)盆地概况;(2)勘探开发概况;(3)基本地质特征;(4)成藏条件;(5)成藏组合;(6)典型油气田;(7)资源潜力。其中基本地质特征及成藏条件是研究重点,基本地质特征从构造、地层和沉积两大方面揭示盆地的成盆演化历史;成藏条件从烃源岩、储层、盖层、含油气系统、圈闭条件五大方面总结盆地油气成藏过程与分布规律。

#### (2) 盆地非常规资源知识。

对盆地中发育的各类非常规资源的地质特征进行分析总结,并在此基础上选用相适应的评价方法评价其资源潜力。比如北美大区的阿尔伯塔盆地,该盆地除了蕴含丰富的常规油气资源外,非常规油气资源也很发育,该盆地非常规资源知识包括油砂、页岩气、煤层气3类矿种的地质特征与潜力知识信息。

### 3.1.2 全球油气资源评价成果数据

全球油气资源评价成果数据包含全球油气资源评价项目中关于全球油气储量、产量、资源量评价结果的详细数据,是对全球油气资源评价项目最直接、最重要成果的数字化展现<sup>[19]</sup>。该数据分为常规资源数据与非常规资源数据两大方面,其中常规资源数据包括从各盆地成藏组合到盆地,再到国家、大区直至全球各级别的相应数据;非常规资源数据则包括重油、油砂、致密油(页岩油)、油页岩油、页岩气、致密气、煤层气共7个矿种的从盆地到国家、大区直至全球的各级别数据。用户可以利用系统提供的数据库查询界面,交互、便捷地查阅浏览各类数据;也可以将所选定的特定数据以自动生成Excel数据表或自动生成数据报表的方式输出。

全球油气资源评价成果数据具有以下4个特点:

(1) 包含基于中国石油海外现有项目、新项目评价第一手资料及商业数据库等来源的基础资料;(2) 以成藏组合为单元,按不同勘探程度选用相适应的资源评价方法;(3) 常规资源数据按石油、凝析油、天然气分别提供包括已发现油气田储量增长量、待发现油气资源量及待发现油气储量、产量在内的各类别数据;(4) 在后台数据管理中采用数据驱动的更新技术,保证所有数据的自动更新及一致性。

### 3.1.3 《全球油气勘探开发形势及油公司动态》报告

中国石油勘探开发研究院一年一度发布的《全球油气勘探开发形势及油公司动态》报告,目前已上载发布2017年度<sup>[20]</sup>、2018年度<sup>[21]</sup>、2019年度报告<sup>[22]</sup>,随着该报告发布的常态化,将逐年更新上载。

《全球油气勘探开发形势及油公司动态》报告以全球油气资源评价结果及全球勘探开发动态数据信息为基础,系统梳理全球常规及非常规油气资源、储量、产量数据,跟踪全球油气勘探开发形势,解剖国际油公司勘探开发战略与投资方向,从全球资源、行业形势、油公司动态及观察思考4个方面按年度发布研究报告。报告系统论述了全球油气勘探开发形势、全球油气勘探开发发展趋势、油公司发展动态与策略,形成了对全球油气勘探开发形势、发展方向及油公司动态的认识与判断,提出了对中国油气公司的启示和建议。

### 3.2 油气行业动态信息

主要是从中国石油新闻中心的门户网站上抓取最新行业信息,经智能筛选与自动排版处理后,实时分类上载到国内新闻与国际新闻栏目中,以便第一时间

给用户提供查询最新行业资讯的渠道。

### 3.3 可供共享的资料

资料共享模块目前包括两个栏目:一是资源国法律与合同,共整理收录了中国石油20多年来在海外油气合作中所收集到的129个国家3400多份油气法规与合同文件;二是油气行业标准、规范,共包含国内油气行业国家标准108个、行业标准428个、企业标准181个。

## 4 关键技术

### 4.1 全球油气资源评价知识碎片化管理与规范报告自动生成技术

全球油气资源评价知识碎片化管理与规范报告自动生成技术包涵资源评价知识碎片化管理体系、基于数据库的碎片化知识管理与交互展示技术、油气资源评价规范报告自动生成技术三大方面,为全球含油气盆地知识库建设与应用、资源评价知识资源重用与高效更新等方面提供了系统的理论指导与坚实的技术保障<sup>[23]</sup>。

#### 4.1.1 资源评价知识碎片化管理体系

资源评价知识碎片化管理体系包括知识主题分类管理体系和知识描述管理体系两方面。知识主题分类管理体系是指组成特定专题知识的知识框架,具体由不同级别的标题及标题嵌套组成。如在盆地油气地质与常规资源知识管理体系中,首先划分出盆地概况、勘探开发概况、基本地质特征、成藏条件、成藏组合、典型油气田、资源潜力7个一级标题,在各一级标题下可划分出次一级标题或不再细分,如基本地质特征标题下划分出构造、地层和沉积两个次级标题,依此类推。知识描述管理体系则规定了不同知识主题下知识实体所存放的位置(一般大都存放在末级标题下)及知识实体所应包含的具体内容与形式。比如对盆地概况的知识描述管理体系中规定,盆地概况由介绍该盆地总体基本情况的文字段落、盆地及油气田地理位置图、盆地基础数据表三大部分组成,其中的文字段落一般应包括盆地的地理位置、大地构造位置、面积、边界、类型、主要沉积岩层的层位和厚度、盆地资源概况等相关信息。

#### 4.1.2 基于数据库的碎片化知识管理与交互展示技术

按照所建立的不同对象的知识体系建设与之相适应的数据库,并开发实现相应的碎片化知识录入、排

版及按知识主题交互展示功能,从而实现基于数据库的碎片化资源评价知识管理与交互展示应用。基于数据库的碎片化知识管理与交互展示技术具体包括与知识碎片化管理体系相对应的数据库结构与数据存储、碎片化知识内容实体的录入、碎片化知识内容实体排版、碎片化知识内容实体标签与检索实现、不同知识主题的知识交互展示等技术。

#### 4.1.3 油气资源评价规范报告自动生成技术

由于实现了对不同级别对象(全球/大区/盆地)常规/非常规资源评价知识基于数据库的碎片化存储管理,每一条基本知识单元(文字片段/图件/数据表格)均得以在数据库中独立存放,因此通过调用与相应对象的知识体系相配套的预设文档模板,抽取与实现每一条基本知识单元的对应展示样式,就能自动生成不同级别对象的规范化资源评价报告(Word版或PDF版)<sup>[24]</sup>,如全球常规资源评价报告、全球非常规资源评价报告、某大区常规资源评价报告、某盆地常规资源评价报告、某盆地非常规资源评价报告等。

### 4.2 动态网络资源自动获取与发布技术

油气行业实时资讯的获取和展示是基于全球油气资源信息系统的动态信息库子系统,该子系统主要由网络爬虫模块(主要由HTTP下载模块、链接分析模块和下载控制模块组成)、网页分析器(包括非结构化数据抽取模块和结构化数据抽取模块)、文本分类器组成,通过深度集成动态信息管理与内容管理实现。动态信息管理负责获取新闻资讯,内容管理负责自动将这些内容排版、关联并发布,从而形成一整套闭环的操作流程来支持油气行业实时资讯的获取与展示。

资讯获取工作流程分为非结构化数据抽取流程和结构化数据抽取流程。其中非结构化数据抽取流程相对复杂:网络爬虫从访问队列中取得资源链接地址下载后,进行链接分析,将分析结果存入链接地址数据库,下载的网页经过网页分析器的非结构化数据抽取,自动分析出解析模板,并通过模版去除无用的噪声数据,形成结果数据<sup>[25]</sup>,结果数据再经过文本分类器按照分类体系分类后,存入到后台数据库中。

由此可见,行业动态信息的自动获取与发布,采用与实现了网络爬虫、数据萃取与清理、自动排版与发布等系列配套新技术。

#### 4.3 基于数据驱动的资源评价结果自动汇总与更新技术

数据驱动的更新就是以数据库结构中每条数据记录中的每个数据项为原点, 当该数据项取值发生变化后, 系统发散性地驱动与其有关联关系的所有数据项进行自动同步更新。也就是说, 当一个数据项改变后, 将自动触发所有与其有关联关系的数据项同步进行计算与更新。

全球油气资源评价汇总结果数据中充斥着非常繁杂的数据计算与更新过程, 关联关系复杂, 给手动管理数据更新及其一致性带来了巨大困难。而由于其关联关系可固定、计算公式可统一, 使自动化更新管理成为维护资源评价汇总数据的最佳手段。

为此, 将全球油气资源评价成果数据库中的所有数据表分为基础数据表和统计关联更新数据表两大类。其中的统计关联更新数据表是通过特定规则汇总相应基础数据表中的数据来实时生成的数据表。全球油气资源评价成果数据库的数据表中, 包含了非常多的表内计算和关联数据表计算。仅以大区常规资源量数据表为例, 表内计算数据项就有 10 余个, 必须通过认真梳理数据项及数据表之间的关联关系、

计算关系、更新关系, 使其成为数据驱动更新的可靠依据。

在确定了基础数据表和统计关联更新数据表及其数据转换关系的基础上, 再进行数据驱动处理。数据驱动处理包括订阅数据更新、同步更新数据两大步骤。

订阅数据更新采用 ORACLE 数据库内嵌的 CDC (Change Data Capture, 改变数据捕获) 技术<sup>[26]</sup>。当用户对基础数据表进行插入、更新或删除等操作的同时就可以提取数据, 并且变化的数据被保存在数据库的变化表中, 这样就可以捕获发生变化的数据; 然后利用数据库视图, 就可以以一种可控的方式提供给目标程序进行操作。

同步更新数据本质就是建立一个订阅者角色, 首先获取订阅数据更新的数据, 之后结合数据转换的规则同步进行所有关联数据的更新。

当全球油气资源评价成果数据库基础数据表中的某一个或一条记录发生了数据变化, 就会立即跨数据表更新所有关联数据字段, 从而实现全球油气资源评价成果数据从最基本对象单元 (成藏组合) 自动汇总到盆地、大区、全球各级别对象并自动维护更新的目标, 保证了结果数据的准确性与一致性 (图 5)。

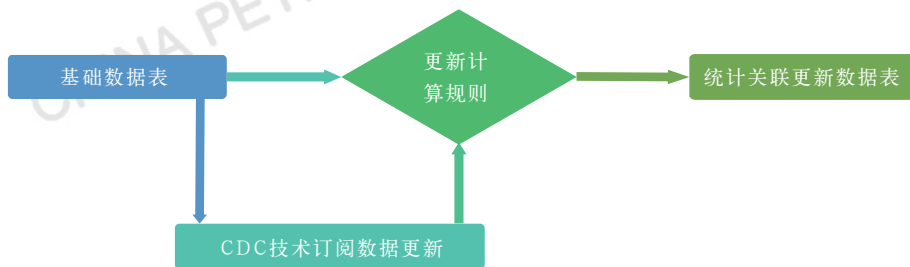


图 5 数据驱动自动更新技术流程图

Fig.5 Flow chart of data driven automatic updating technology

#### 4.4 模板化报表自动生成技术

全球油气资源评价成果数据发布栏目中, 除了提供将不同级别 (盆地、国家、大区、全球) 资源量结果数据导出到 Excel 表格输出外, 对最终的各级别汇总结果数据表还提供了规范报表输出功能, 用户可以直接打印或导入到其他文档中使用。为了减少对各种类型报表的开发工作量及在导出报表操作时计算机系统产生的实时计算处理压力, 从而提高响应速度, 在报表开发中采用与实现了模板化报表自动生成技术。

模板化报表的自动生成就是先定义报表文档样式, 然后通过系统自动识别出报表框架, 再结合自定义的报表具体数据解析标签或具体的接入程序代码形成对应的报表模板, 并预存在系统中, 当实际导出报表时实时将数据填充到对应单元格而自动生成报表的过程<sup>[27]</sup>。使用模板自动生成报表的技术优势主要体现在两个方面: 一是能快速定义报表结构; 二是系统只需要专注报表的数据处理, 从而提高报表生成效率。

### 5 应用前景

全球油气资源信息系统的研制建成并正式上线运

行,为中国油气公司及社会公众共享使用国家专项研究成果提供了可靠途径,为全球油气资源评价研究、海外油气资源战略研究、海外新项目评价研究、海外资产区勘探开发综合研究等相关科学研究及决策提供数据、信息、知识等多方面支持服务,具有良好的应用前景。

(1) 公开发布并将不断更新的全球油气资源评价结果数据,明确了全球、大区、国家、盆地、成藏组合等不同级别对象的常规、非常规资源潜力,为中国油气公司制定海外业务发展战略、合理评估海外项目与资产价值提供资源依据。

(2) 持续发布与更新的全球油气勘探开发生态、国际大油公司经营策略与发展动向信息,持续收集与整理上载的全球油气行业新闻信息及可供共享使用的多方面政策法规资料,能为油公司海外业务发展及动态调整提供启示与参照。

(3) 全球含油气盆地知识库中首次公开发布的关于全球、各大区、海外各主要含油气盆地的油气地质特征、油气富集规律的知识与认识,能为中国制定海外业务发展战略、明确油气合作与投资方向等宏观决策提供依据,并能为中国油公司在全球范围内优选盆地、区块或已进入区块的勘探决策提供系统的盆地背景知识。

全球油气资源信息系统自2020年9月上线以来,已有来自全国80多家单位的500多名注册用户开展信息查询应用。随着全球油气资源信息系统软件功能的不断完善与升级,数据资源建设工作的持续推进,必将使该系统数据资源更丰富、使用更方便,从而使该系统得到更广泛、更充分的应用,在中国石油及国家的海外业务发展中发挥更大的基础支撑作用。

## 6 结论

(1) 采用基于网络的油气地质知识管理应用系统与专业网站研制构建相结合技术,是构建全球油气资源信息系统这类具有复杂交互需求信息系统的可行方案。

(2) 全球油气资源信息系统所公开发布的不同层次的信息、数据及研究成果,能为全球战略选区和海外油气业务发展提供重要的资料支持。

(3) 系统构建过程中所创新与实现的多项关键技术,如全球油气资源评价知识碎片化管理与规范报告自动生成技术、基于数据驱动的资源评价结果自动汇总与更新技术等,能为同类或类似信息系统的构建提

供有益借鉴与指导。

## 参考文献

- [1] 穆龙新. 新形势下中国石油海外油气资源发展战略面临的挑战及对策[J]. 国际石油经济, 2017,25(4):7-10.  
Mu Longxin. Challenges and countermeasures of CNPC overseas oil and gas resources development strategy under the new situation[J]. International Petroleum Economics, 2017,25(4):7-10.
- [2] 高安荣, 田楠. 全国油气资源分布及我国海外油气资源战略举措[J]. 中外能源, 2011,16(9):15-20.  
Gao Anrong, Tian Nan. Distribution of national petroleum resources and strategic measures of China's overseas oil and gas resources[J]. Sino-Global Energy, 2011,16(9):15-20.
- [3] 王建. 海外油气新项目投标策略分析与应用[J]. 石油科技论坛, 2021, 40(4):71-76.  
Wang Jian. Analysis and application of bidding strategy for new overseas oil and gas projects[J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2021,40(4):71-76.
- [4] 史卜庆, 郜峰, 余岭, 等. 国际大石油公司技术支持体系特点及启示[J]. 石油科技论坛, 2021,40(4):25-31.  
Shi Buqing, Gao Feng, Yu Ling, et al. Characteristics and enlightenment of technological support systems of international oil majors[J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2021, 40(4):25-31.
- [5] 刘合年, 史卜庆, 薛良清, 等. 中国石油海外“十三五”油气勘探重大成果与前景展望[J]. 中国石油勘探, 2020,25(4):1-10.  
Liu Henian, Shi Buqing, Xue Liangqing, et al. Major achievements of CNPC overseas oil and gas exploration during the 13<sup>th</sup> Five-Year Plan and its prospects[J]. China Petroleum Exploration, 2020,25(4):1-10.
- [6] 窦立荣, 汪望泉, 肖伟, 等. 中国石油跨国油气勘探开发进展及建议[J]. 石油科技论坛, 2020,39(2):21-30.  
Dou Lirong, Wang Wangquan, Xiao Wei, et al. Progress and suggestions on CNPC's multinational oil and gas exploration and development[J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2020,39(2):21-30.
- [7] 童晓光, 张光亚, 王兆明, 等. 全球油气资源潜力与分布[J]. 石油勘探与开发, 2018,45(4):727-736.  
Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming, et al. Distribution and potential of global oil and gas resources[J]. Petroleum Exploration and Development, 2018,45(4):727-736.
- [8] 张光亚. 全球油气地质与资源潜力评价[M]. 北京: 石油工业出版社, 2019.  
Zhang Guangya. Global petroleum geology and resource potential assessment[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2019.
- [9] 王红军, 马锋, 童晓光, 等. 全球非常规油气资源评价[J]. 石油勘探与开发, 2016,43(6):850-862.  
Wang Hongjun, Ma Feng, Tong Xiaoguang, et al. Assessment of global unconventional oil and gas resources[J]. Petroleum Exploration and Development, 2016,43(6):850-862.
- [10] 王青, 王建君, 汪平, 等. 海外油气勘探资产技术经济评价思路与方法[J]. 石油学报, 2012,33(4):640-646.  
Wang Qing, Wang Jianjun, Wang Ping, et al. Methodology of technical and economical assessments of overseas exploration blocks[J]. Acta Petrolei Sinica, 2012,33(4):640-646.

- [11] 王青, 王建君, 汪平, 等. 海外油气勘探新项目拓展问题探讨[J]. 中国石油勘探, 2012, 17(4): 47-52.  
Wang Qing, Wang Jianjun, Wang Ping, *et al.* Discussion on expansion of new overseas oil and gas exploration projects[J]. China Petroleum Exploration, 2012, 17(4): 47-52.
- [12] 米石云, 张倩, 吴珍珍, 等. 全球油气地质与资源评价数据平台构建与应用前景[J]. 中国石油勘探, 2022, 27(2): 38-46.  
Mi Shiyun, Zhang Qian, Wu Zhenzhen, *et al.* Construction and application prospect of global petroleum geology and resource assessment data platform[J]. China Petroleum Exploration, 2022, 27(2): 38-46.
- [13] 孙烨, 王岚, 张可欣, 等. 基于 Web 的新闻资讯交互网站设计与实现[J]. 信息与电脑, 2020, 32(10): 172-174.  
Sun Ye, Wang Lan, Zhang Kexin, *et al.* Design and implementation of news information interactive website based on web[J]. China Computer & Communication, 2020, 32(10): 172-174.
- [14] 孟维成. 对基于 Web 的交互式数据库查询技术探讨[J]. 现代信息技术, 2020, 4(8): 133-135.  
Meng Weicheng. Discussion on web-based interactive database query technology[J]. Modern Information Technology, 2020, 4(8): 133-135.
- [15] 崔晓军. 站群系统助推校园网站建设[J]. 中国教育信息化, 2014(21): 78-81.  
Cui Xiaojun. Station group system promotes the construction of campus website[J]. Chinese Journal of ICT in Education, 2014 (21): 78-81.
- [16] 温志新, 童晓光, 张光亚, 等. 全球板块构造演化过程中五大成盆期原型盆地的形成、改造及叠加过程[J]. 地学前缘, 2014, 21(3): 26-37.  
Wen Zhixin, Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, *et al.* The transformation and stacking process of prototype basin in five global plate tectonic evolution stages[J]. Earth Science Frontiers, 2014, 21(3): 26-37.
- [17] 王红军, 马锋. 全球非常规油气资源评价[M]. 北京: 石油工业出版社, 2017.  
Wang Hongjun, Ma Feng. Assessment of global unconventional oil and gas resources[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2017.
- [18] 田作基, 吴义平, 王兆明, 等. 全球常规油气资源评价及潜力分析[J]. 地学前缘, 2014, 21(3): 10-17.  
Tian Zuoji, Wu Yiping, Wang Zhaoming, *et al.* Global conventional oil and gas resource assessment and its potential[J]. Earth Science Frontiers, 2014, 21(3): 10-17.
- [19] 王路. 中石油形成首套自主全球油气资源和系统数据[J]. 天然气与石油, 2016, 34(5): 98.  
Wang Lu. PetroChina formed the first set of independent global oil and gas resources and system data[J]. Natural Gas and Oil, 2016, 34(5): 98.
- [20] 中国石油勘探开发研究院(RIPED). 全球油气勘探开发形势及油公司动态(勘探篇·2017年)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2017.  
PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development (RIPED). Global petroleum E & D trends and company dynamics (Exploration · 2017) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2017.
- [21] 中国石油勘探开发研究院(RIPED). 全球油气勘探开发形势及油公司动态(2018年)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2018.  
PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development (RIPED). Global petroleum E & D trends and company dynamics(2018) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2018.
- [22] 中国石油勘探开发研究院(RIPED). 全球油气勘探开发形势及油公司动态(2019年)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2019.  
PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development (RIPED). Global petroleum E & D trends and company dynamics(2019) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2019.
- [23] Di V A, Palladino R, Pezzi A, *et al.* The role of digital innovation in knowledge management systems: a systematic literature review[J]. Journal of Business Research, 2021, 123: 220-231.
- [24] Zhang Jing, Li Xiaoxue, Nie Weizhi, *et al.* Automatic report generation based on multi-modal information[J]. Multimedia Tools and Applications, 2017, 76(9): 12005-12015.
- [25] 顾勤. 网络爬虫技术原理及其应用研究[J]. 信息与电脑, 2021, 33(4): 174-176.  
Gu Qin. Research on the principle and application of web crawler technology[J]. China Computer & Communication, 2021, 33(4): 174-176.
- [26] 徐富亮, 周祖德. 变化数据捕获技术研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2009, 31(5): 740-743.  
Xu Fuliang, Zhou Zude. Research on change-data-capture technology[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering), 2009, 31(5): 740-743.
- [27] 武瑛, 郭亮, 郑金凤. 油田大型设备数字化报表管理设计与应用[J]. 信息系统工程, 2020(10): 40-41.  
Wu Ying, Guo Liang, Zheng Jinfeng. Design and application of digital report management for large-scale oil field equipment[J]. China CIO News, 2020(10): 40-41.