

doi: 10.12097/gbc.2022.03.048

地质大数据资产化管理探索与实践

杨燕^{1,2,3}, 刘荣梅^{2,3*}, 孙涵睿^{2,3}, 焦守涛^{2,3}

YANG Yan^{1,2,3}, LIU Rongmei^{2,3*}, SUN Hanrui^{2,3}, JIAO Shoutao^{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, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心, 北京 100055;

3. 自然资源部地质信息工程技术创新中心, 北京 100055

1. *National Engineering Research Center for Geographic Information System, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;*

2. *Command Center of the Integrated Natural Resources Survey of China Geological Survey, Beijing 100055, China;*

3. *Technology Innovation Center of Geological Information of Ministry of Natural Resources, Beijing 100055, China*

摘要: 地质大数据是国家重要的战略资源, 地质数据是社会经济活动重要的组成要素, 具有资产属性, 是国有资产的重要组成部分。对地质大数据进行资产化管理, 是规范地质大数据管理、发挥地质大数据经济价值、保证国有资产保值增值的必然途径。系统研究了美国国家地理空间数据资产组合管理实践和国内企业数据资产化管理取得的成果, 分析了中国地质调查局地质大数据资产管理现状和存在的问题, 勾画出地质大数据资产化管理策略, 明确了地质大数据资产化管理的对象和主要要素, 初步构建了数据价值评估体系, 提出了地质大数据资产化管理的方式和加强数据资产产权保护的意见建议, 并介绍了中国地质调查局已开展的地质大数据资产化管理实践和数据资产登记工作。

关键词: 地质数据; 大数据; 资产化管理

中图分类号: P628^{+.4}; TP311.13 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2024)01-0191-06

Yang Y, Liu R M, Sun H R, Jiao S T. Exploration and practice of geological big data asset management. *Geological Bulletin of China*, 2024, 43(1): 191-196

Abstract: Geological big data is an important strategic resource of our country. Geological data is an important component of social and economic activities, which has asset attributes, and is an important part of state-owned assets. Asset management of geological big data is an inevitable way to standardize the management of geological big data, give full play to the economic value of geological big data, and ensure the preservation and appreciation of state-owned assets. This paper systematically studied the America national geospatial data asset portfolio management and practice, and the achievements of domestic enterprise data asset management. This paper analyzed the current situation and existing problems of geological big data asset management in China Geological Survey, outlined the geological big data asset management strategy, clarified the objects and main elements of the asset management of geological big data, preliminarily constructed a data value evaluation system, and put forward the methods of asset management of geological big data and suggestions for strengthening the protection of data assets property rights. This paper also introduced the geological big data asset management practice in China Geological Survey and data asset registration work carried out.

Key words: geological data; big data; asset management

收稿日期: 2022-03-25; 修订日期: 2022-06-27

资助项目: 中国地质调查局项目《地球科学大数据“一张图”体系建设与知识服务》(编号: DD20230761)和国家自然科学基金面上项目《基于多模态数据理解及融合的三维地质模型构建方法研究》(批准号: 41871311)

作者简介: 杨燕(1989-), 女, 在读博士生, 高级工程师, 从事地学数据管理研究。E-mail: yangyan@radi.ac.cn

* 通信作者: 刘荣梅(1978-), 女, 博士, 教授级高级工程师, 从事地学数据管理研究。E-mail: alrmei@126.com

在全球信息化快速发展的大背景下,大数据已成为国家重要的基础性战略资源,正引领新一轮科技创新(杨宗喜等,2013;文蝶等,2021)。大数据具有数据量大(Volume)、数据类型繁多(Variety)、数据价值巨大但价值密度低(Value)、数据增长和处理速度快(Velocity)、真实性(Veracity)的5“V”特性。大数据采集、存储和计算的数据量大,尤其是地质大数据的数据格式多样,包括结构化、半结构化、非结构化数据等各种数据类型。数据的价值巨大,但是海量数据中价值数据的密度较低,从各专业的地质大数据中挖掘有效且有用的信息显得尤为重要。数据处理和增长速度快,源源不断的地质大数据在地质人员的勤恳工作下呈指数级增长。采集的数据具有真实性,能客观地反映地质事件的成因和规律(谭永杰等,2017;吴冲龙等,2019)。大数据在国家基础性、战略性资源中占有相当重要的地位,作为促进经济社会发展的新兴生产要素和驱动力,为经济社会的发展创造价值。

中国信息通信研究院在《数据资产管理实践白皮书》中指出,数据资产是由企业拥有或控制的、能够为企业带来未来经济利益的、以物理或电子的方式记录的数据资源,如文件资料、电子数据等(中国信息通信研究院云计算与大数据研究所,2019)。数据资产不仅存在于企业中,在事业单位也存在,数据资产是国有资产的重要组成部分(中华人民共和国财政部,2006;中华人民共和国国务院,2021)。《中国地质调查局事业单位国有资产管理暂行办法》(中国地质调查局,2020)指出,需加强对本单位信息技术等无形资产的管理。大数据作为数据资源,已经引起了全球的关注,获取和掌握丰富的高价值数据资源,并科学规范合理地管理数据资源日益成为抢占未来发展主动权的前提和保障(彭令等,2022)。从数据资源到数据资产,是将数据资源的价值特性进一步地放大,并提高到资产的程度来进行管理。数据资产管理体现了对数据资源的重视程度,同时实现了管理模式创新(付英,2011;张洪涛等,2014)。并不是所有的数据资源都可以称为数据资产。

数据资产的管理近10年被国内、国外频繁提及,数据资产管理已然成为一个大趋势,是数据资源管理模式上的进步。早在2010年,美国在地理空间数据领域就开始了数据资产管理实践。2010年11月,美国管理和预算办公室(The Office of Management and Budget, OMB)发布A-16通告补充

指南(The Office of Management and Budget, 2014),首次提出启动国家地理空间数据资产(National Geospatial Data Asset, NGDA)组合管理(Federal Geographic Data Committee, 2014),将地理空间数据作为一种国家资产来管理。2014年,中国信息通信研究院作为权威机构,首先在国内引进了数据资产管理的思想,组织编写了《数据资产管理实践白皮书》(中国信息通信研究院云计算与大数据研究所,2019)。各行各业的数据资产管理方法和实践如雨后春笋般冒出(陈驰等,2016;孟庆国,2016;董祥千等,2020),但是在地质大数据资产管理领域还未系统开展地研究。

开展地质大数据资产管理的主要目标是进一步加强和规范地质大数据管理,提高数据管理能力水平,在保障地质大数据安全的同时,提升对地质大数据的产权保护与价值。通过地质大数据管理进一步提升数据质量,并提高效率、节约成本、降低重复的投入与消耗,使地质大数据可以更加便捷地获取和实现跨机构的共享服务,提供精确和负责的政府数据资产目录,提高政府的责任性和透明性,保证国家数据库是高质量、独立、持续性的,并且可以提供给其他机构使用,更好地支撑地质行业发展。因此,开展地质大数据资产管理,是规范地质大数据管理、发挥地质大数据经济价值、保证国有资产保值增值的必然途径,具有重大的研究意义。本文借鉴国内外各领域数据资产管理的理论和实践,立足于中国地质调查局地质大数据管理现状,提出地质大数据的管理思路,明确了地质大数据资产化管理的对象和主要要素,初步构建了数据价值评估体系,提出了地质大数据资产化管理的方式和加强数据资产产权保护的建 议,并介绍了中国地质调查局已开展的地质大数据资产化管理实践和数据资产登记工作。

1 国内外数据资产管理与实践

1.1 国外地理空间数据资产理论与实践

2010年11月,OMB发布了A-16通告补充指南(The Office of Management and Budget, 2014),首次提出启动NGDA组合管理(Federal Geographic Data Committee, 2014),并规定了一个NGDA组合管理方法,将地理空间数据作为一种国家资产来管理,并概述了建立组织管理过程的方法(Lance,2005;Erwin et al.,2009)。NGDA体系是由NGDA主题构成的,每一个主题又包括一个或者更多的数据集,目前包括

16 个主题和超过 200 个数据集。主题和数据集是动态更新的,并随着需求而发展的。NGDA 将数据分为 7 个阶段,定义、目录评估、采集、使用、维护、使用评估、归档。对于每一个生命周期都采用了 6 个等级来评估数据集的成熟度(Peltz-Lewis et al., 2014)。在地理信息共享平台(<https://www.geoplatform.gov>)上,提供了 NGDA 400 余个正在进行数据集成熟度评估可视化展示列表与相关统计结果。

2018 年 10 月 5 日,美国总统签署了《2018 年地理空间数据法》(U.S. Congress, 2018)。整个空间数据法共包括 751~759(包括 759、759A、759B、759C) 12 项条款,包含了 NGDAs 的数据主题、标准及机构职责。GDA 的广泛支持反映了对地理空间数据和技术重要性的认识不断增长,以及对支撑持续的基础设施发展需求的重视。

2019 年 12 月,美国白宫发布《联邦数据战略与 2020 年行动计划》(The Office of Management and Budget, 2019),提出了将数据作为战略资产核心目标。美国联邦地理数据委员会(Federal Geographic Data Committee, FGDC)与 OMB 联邦数据政策委员会协作推动 GDA 的实施,将地理空间数据应用到全联邦数据企业,开发数据共享平台,提供所有 NGDA 的地理空间数据和相关元数据服务。2020 年,白宫又发布了《联邦数据战略与 2021 年行动计划》(Federal Government, 2020),以 2020 年行动计划的成果为基础,并加强了在数据治理、规划和基础设施等方面的活动力度。

美国最早开启了将地理空间数据作为资产管理的思路,并通过发布指南、立法、制定战略、建设共享平台等多种手段开展数据资产管理,这些手段更多侧重的是数据管理,但是并未对数据资产有明确的价值评估。

1.2 国内数据资产管理与实践

2014 年,中国信息通信研究院作为权威机构,首先在国内引进了数据资产管理的思想,组织编写了《数据资产管理实践白皮书》。白皮书阐述了大数据背景下的数据资产管理概念和特征,描述了数据资产管理的主要管理职能和保障措施,提炼了实施数据资产管理的主要步骤,为政府和企业开展数据资产管理工作提供参考(中国信息通信研究院云计算与大数据研究所, 2019)。

中国信息通信研究院数据资产管理框架包含 8 个管理职能和 5 个保障措施。管理职能指落实数

据资产管理的一系列具体行为,包括数据标准管理、数据模型管理、元数据管理、主数据管理、数据质量管理、数据安全、数据价值管理、数据共享管理。保障措施是支持管理职能实现的一些辅助工作。保障措施包括建立数据资产管理委员会、数据资产管理中心和各业务部门的三级组织架构,并提供从管理办法、管理流程到技术规范和模板的制度体系。数据资产管理按照统筹规划、管理实施、稽核检查、资产运营 4 个阶段开展实施。

数据资产管理在金融、电信、政务、医疗、IT 等领域都有广泛的应用,并获得较好的效果(陈驰等, 2016; 孟庆国, 2016; 董祥千等, 2020)。但是生产地质数据的事业单位,还没有广泛地开展。

2 地质大数据资产管理现状和面临的问题

中国地质调查局已经完成百余个国家级地质数据库的建设,包括全国 1:5 万基础地质空间数据库,全国 1:20 万地质图空间数据库等基础地质数据库,全国矿产地数据库、全国矿产资源潜力评价成果数据库等矿产地质数据库,全国区域重力数据库、全国区域地球化学数据库、全国资源卫星数据库等物化遥数据库,海洋地质数据库,钻孔数据库,1:5 万水文地质图空间数据库、全国地下水资源数据库、全国地质灾害调查数据库,中国岩溶环境数据库等水工环数据库,地质文献与资料数据库,全国油气资源地质调查数据库、全国天然气水合物地质调查数据库等能源矿产数据库,以及综合成果数据库(严光生等, 2015; 陈建平等, 2017; 谭永杰等, 2018)。

“地质云”是由中国地质调查局建立的地学数据共享平台,实现了区域地质与基础地质、能源地质、矿产地质、水工环地质、海洋地质、物化遥、钻孔数据、地质文献与资料和综合成果数据的共享(图 1)。数据覆盖了中国主要陆域及部分海域,以及其他 140 余个国别的地质矿产数据,数据采集精度从 1:1 万到 1:1200 万,部分数据现势性到 2023 年底。“地质云”目前共享数据覆盖大洲级、国家级、大区级、省级、区域级不同尺度,地理覆盖范围从陆地到海洋,地理空间从地下钻孔、地表土壤到地上航空遥感,涵盖专业领域广泛,数据资源丰富。“地质云”上还有数字化地质图件、地学文献、地质资料、视频、元数据库、技术标准等地学数据产品(黄少芳等, 2016; 谭永杰, 2016; 赵林林等, 2019)。

但是,现阶段地质大数据管理面临很多问题。

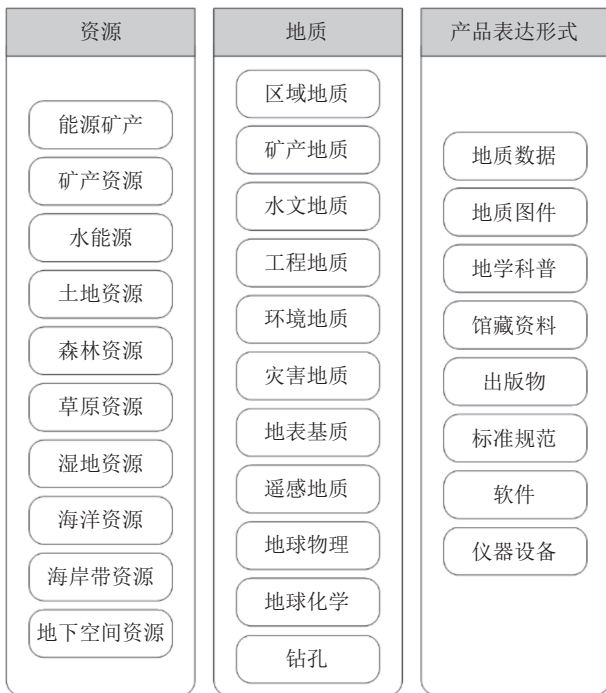


图1 “地质云”数据资产类别

Fig. 1 Classification of GeoCloud data assets

现有的数据涵盖专业广、数据结构多样、数据存储形式也不同,如何科学地管理这些数据,提高数据的使用效率,节约成本,保障数据安全,提升数据质量,促进数据增值,是亟待解决的问题。面临的主要问题有以下几方面。

(1)数据相对分散、数据量大、数据格式多样。地质大数据分散在43家中国地质调查局局属单位、省地质调查院、监测院和其他地勘单位,这些机构分布在全国各个省市,且相互独立,形成数据孤岛。数据量较大,数据格式多样,以ArcGIS、MapGIS软件的格式为主,结构化和非结构化数据并存,不同类型的数据存储方式不同。

(2)缺乏规范管理,数据标准不统一,共享困难。地质专业涵盖大地构造、水文地质、工程地质、环境地质、地球物理、地球化学、遥感等多个方向,每个方向都有数据采集和建库标准,且已经作为国家或行业标准,被广泛应用。但是已有的数据标准难以满足日益增长的业务需求,因此各个项目组开展工作时,会建立自有的一套技术标准体系。从而导致同一个地质本体在不同专业中的表述不一致,不同专业的数据无法共享,甚至同一专业的数据也存在这个问题。数据问题缺乏统一化的管理,数据规范不同,数据标准不一致,导致数据与数据之间难

以共享。

(3)组织机制未建立。缺乏大数据资产管理组织架构,没有明确建立相关的机构,没有明确各级角色和职责,建立相关的制度保障,使工作落实到单位,事情落实到人,从而从机构和人员方面来保障数据资产管理办法的实施,使数据管理工作有序开展。

(4)数据质量管控流程不完善。对于数据的管理过程的数据质量、数据管控流程没有建立,跨专业跨领域的管理手段也没有系统化。数据质量是数据管理中相当重要的环节,贯穿整个数据生命周期。保持数据的高质量特性也是数据管理必须要完成的事情。数据全生命周期中的数据管控流程不完善,很可能导致数据不可用、不好用,从而失去了数据管理的初衷。

(5)数据安全和产权保障问题。数据全生命周期的安全管控措施和技术也没有建立。数据管理过程中,如何尽最大可能保证数据的安全,维护国家和单位的利益,更好地保护数据生产者和所有者的知识产权,也是一件棘手的事情。目前并没有完整的数据安全策略和数据知识产权保护措施,如果数据安全和知识产权不能保证,数据所有者不大可能会参与到数据管理的流程中。建立数据安全和产权保障环境,使所有的参与者都能从中互惠互利,减少数据的重复采集和资源的浪费,同时建立一个开放的、海纳百川的交流平台,有利于促进地质大数据管理。

(6)数据价值评估问题。地质大数据资产作为国有资产的无形资产,经济价值没有得到体现。数据价值受哪些因素影响、数据价值评估模型如何建立、数据价值是否会随着时间贬值、国有资产如何保值增值,都是需要研究解决的问题。

目前数据管理过程中遇到的数据分散、格式多样、标准不统一、组织机制、质量管控、安全和产权保障、价值评估等问题,是地质大数据资产管理必须要考虑和解决的,只有制定好相应的规范准则,并建立相应的机制保障,才有可能真正意义上做好数据管理。

3 中国地质调查局地质大数据资产化管理探索与实践

基于现阶段对于国内外数据资产管理现状的分析和研究,结合中国地质调查局现有的数据状况,本文提出地质大数据资产管理策略。即明确地质大数据资产管理对象和主要要素,建立数据价值评估体

系, 确立地质大数据资产化管理的方式, 从而加强数据资产产权保护, 实现地质大数据资产管理。

首先, 需要明确哪些地质大数据可以作为地质大数据资产进行管理。作为地质大数据资产进行管理的地质大数据资源, 必然具备价值高、所有权明确、并可以循环重复使用的特点。同时, 地质大数据能够覆盖全国、洲际、全球, 或者专业工作区域, 并能全面涵盖专业要素, 满足国家经济社会急迫需求, 对地质调查、地质科研及自然资源业务管理具有重大意义, 同时面向政府管理、专业应用和社会公众多个层面提供使用。具备以上特点的地质大数据可以作为数据资产进行管理。地质大数据资产管理涉及的范围较广, 不仅包含对数据的管理, 还包含对主数据、数据标准、数据模型、元数据、数据质量、数据安全、数据治理等全方位的管理。

地质大数据资产主要由数据库的基本信息和数据价值信息组成。地质大数据的资产价值受累积投入资本、数据的重要等级、质量等级、访问热度、应用广度等诸多因素的影响。数据价值没有折旧费, 不会随着时间推移降低。设定地质大数据资产价值为 $y(t)$, 地质大数据资产价值评估的影响因素包括: ①数据的生命周期 t 期间, 累积的投入资本 $A(t)$, 包括数据的生产成本、加工成本、维护成本、存储成本和共享成本等; ②数据的重要等级 I , 包括覆盖范围或稀缺性评估等; ③数据的质量等级 Q , 包括可信度评估, 权威性评估和精度等; ④数据的访问热度 $V(t)$, 指数据的查询和下载量; ⑤数据的应用广度 $W(t)$, 指数据的应用效果和应用范围。则,

$$y(t) = f(A(t), V(t), W(t), I, Q)$$

其中, t 为数据的生命周期。

地质大数据资产作为国有资产, 以数据库作为管理单元, 按照国有资产无形资产类进行管理。

最后, 必须加强数据资产的产权保护。为了保护数据生产者和数据生产单位的合法权益, 更大程度地调动参与者的积极性, 加强数据资产的产权保护势在必行。目前成熟且主流的数据产权保护技术包括数字对象唯一标识符 (Digital Object Unique Identifier, DOI) 技术、数据加密技术、数字水印技术、区块链等。DOI 技术是一种唯一的、永久性的逻辑标识符, 能标识网络环境下的科学数据, 并能够通过这唯一的标识符永久定位到数据的物理地址。根据 DOI 基金会要求, 中国 DOI 注册会员单位需制定科

学数据 DOI 注册后缀编码。数据资产 DOI 后缀编码由 4 部分组成, 第一部分是数据类型码 (字母组成), 第二部分是名称标识码 (字母数字混排), 第三部分是数据版本码 (字母数字混排), 第四部分是注册顺序码 (数字组成)。DOI 应用于产权保护, 当数据资产用于数据共享和引用时应遵循相关规则, 最大限度保护数据资产。

在提出的地质大数据资产管理策略的理论基础上, 中国地质调查局结合现行的地质调查项目管理, 将数据资产管理的思想融合到目前的项目管理中, 尽可能减少项目承担者的工作量, 逐步调整现有的项目管理方法, 科学严谨地开展地质大数据资产管理。

目前, 中国地质调查局开展数据资产管理应用是按照数据资源清查、数据资产登记、数据资产评估、数据资产的产权保护、数据资产的盘点和数据资产的共享流通的步骤开展实施的。中国地质调查局已经开始数据资源清查工作, 对地质大数据资源情况进行了摸底。同时, 中国地质调查局在数据库和数据集数据验收阶段, 要求项目组提交数据库和数据集的基本信息登记, 开展信息化成果登记, 初步实现了数据资产登记。

接下来中国地质调查局将基于本文提出的数据资产价值评估模型, 对数据资产进行分类、基础价值评估、数据质量评估、权威性评估等。核对数据资产的数量和质量, 包括数据资源基本信息、数据资产的生产者、集成者、更新维护者、发布者、资产基础价值、数据可信度、权威性分级信息等内容, 优化完善数据价值评估模型。同时, 对已经纳入数据资产库的数据资产, 根据资产分类的不同, 选取部分数据资产开展 DOI 试点, 进行产权登记。并对数据资产定期盘点, 对本单位地质调查工作采集、汇聚、集成、更新数据进行资产新增, 对已有数据资产价值增值价值维护, 对过期数据、质量问题严重数据、数据产权有纠纷的数据申请处置。最后通过线上或线下的共享, 对中国地质调查局和社会进行数据共享交换。通过以上一系列措施, 达到地质大数据资产科学高效的管理和应用, 最大限度发挥数据价值, 保证国有资产保值增值。

4 结论与建议

目前中国地质调查局已经有了数据资产管理的意识, 并在地质大数据验收的同时开展了地质大数据资产登记。登记地质大数据资产的基本信息, 建

立地质大数据资产清单,将全局数据纳入中国地质调查局的数据资产,迈出数据资产管理的第一步。但是仅开展数据资产登记是远远不够的,如何科学合理地管理数据资产,开展数据资产价值评估,在保证数据产权和数据安全的同时最大限度地发挥数据价值,保证国有资产保值增值是中国地质调查局亟待解决的问题。

地质大数据资产管理是一件任重而道远的工作。(1)需要统筹规划,整合资源,逐步落实。先建立起数据资产管理的整体规划,再逐步地整合资源,慢慢将资产管理融入到数据管理的环节中,大幅度提升数据管理的效率,提升数据资产管理的能力。(2)在实施过程中,建立地质大数据资产价值评估体系尤为重要,充分发挥数据管理者的主观能动性,促进数据资产管理规范化,实现国有资产增值。(3)加强数据资产产权保护,强化数据安全风险管控,促进数据资产共享利用,推动自动化、智能化、安全化的大数据资产管理,进一步挖掘数据价值。

地质大数据资产管理作为一种管理模式的创新,为地质大数据的管理注入了新的活力。开展数据资产价值评估,数据资产产权保护,以及数据资产的共享利用,科学合理地开展数据资产管理,发挥数据的经济价值,促进国有资产保值增值,是现阶段地质大数据管理的奋斗和努力的方向。

参考文献

- Erwin T, Sweetkind-Singer J. 2009. The national geospatial digital archive: a collaborative project to archive geospatial data[J]. *Journal of Map & Geography Libraries*, 6(1): 6–25.
- Federal Geographic Data Committee. 2014. National Geospatial Data Asset Management Plan: Portfolio Management Implementation Plan for the OMB Circular A-16 Supplemental Guidance [EB/OL]. (2014-09-19)[2021-01-11]. <https://www.fgdc.gov/policyandplanning/a-16/ngda-management-plan>.
- Federal Government. 2020. Federal Data Strategy 2021 Action Plan [EB/OL]. (2020-12-19)[2023-12-19]. <https://strategy.data.gov/assets/docs/2021-Federal-Data-Strategy-Action-Plan.pdf>.
- Lance K T. 2005. Cross-agency alignment of geospatial investments for spatial data infrastructure development[C]// Hangzhou: ISPRS workshop on service and application of spatial data infrastructure, 17–28.
- Peltz-Lewis L A, Blake-Coleman W, Johnston J, et al. 2014. National geospatial data asset lifecycle baseline maturity assessment for the federal geographic Data Committee[C]// San Francisco: AGU Fall Meeting Abstracts, IN13A-3635.
- The Office of Management and Budget. 2014. OMB Circular A-16 Supplemental Guidance [EB/OL]. (2014-11-10)[2021-01-11]. <https://www.fgdc.gov/policyandplanning/a-16/omb-circular-a16-supplemental-guidance>.
- The Office of Management and Budget. 2019. Federal data strategy 2020 action plan [EB/OL]. (2019-12-23)[2021-01-11]. <https://strategy.data.gov/assets/docs/2020-federal-data-strategy-action-plan.pdf>.
- U. S. Congress. 2018. Geospatial Data Act of 2018, (P. L. 115-254), H R 302, Subtitle F, Sections 751 – 759 [EB/OL]. (2018-10-22)[2021-01-11]. <https://www.fgdc.gov/gda/geospatial-data-act-of-2018.pdf>.
- 陈驰, 马红霞, 赵延帅. 2016. 基于分类分级的数据资产安全管控平台设计与实现[J]. *计算机应用*, 36(A01): 265–268.
- 陈建平, 李靖, 谢师, 等. 2017. 中国地质大数据研究现状[J]. *地质学刊*, 41(3): 353–366.
- 董祥千, 郭兵, 沈艳, 等. 2020. 基于利润最大化的数据资产价值评估模型[J]. *大数据*, 6(3): 13–20.
- 付英. 2011. 论矿产资源、资产、资本一体化管理新机制[J]. *中国国土资源经济*, 24(4): 4–8.
- 黄少芳, 刘晓鸿. 2016. 地质大数据应用与地质信息化发展的思考[J]. *中国矿业*, 25(8): 166–170.
- 孟庆国. 2016. 云上贵州: 贵州省大数据发展[M]. 北京: 清华大学出版社.
- 彭令, 王英男, 殷志强, 等. 2022. 自然资源分类现状与面向未来的统一分类研究[J]. *地质通报*, 41(12): 2106–2113.
- 谭永杰. 2016. 地质大数据体系建设的总体框架研究[J]. *中国地质调查*, 3(3): 1–6.
- 谭永杰, 文敏, 朱月琴, 等. 2017. 地质数据的大数据特性研究[J]. *中国矿业*, 26(9): 67–71, 84.
- 谭永杰, 屈刚刚, 文敏. 2018. 论地质调查工作大数据[J]. *地理信息世界*, 25(2): 7–11.
- 文蝶, 黄浩, 史宇坤, 等. 2021. 地球科学大数据的管理与共享: 以英国地质调查局为例[J]. *高校地质学报*, 27(1): 45–57.
- 吴冲龙, 刘刚. 2019. 大数据与地质学的未来发展[J]. *地质通报*, 38(7): 1081–1088.
- 严光生, 薛群威, 肖克炎, 等. 2015. 地质调查大数据研究的主要问题分析[J]. *地质通报*, 34(7): 1273–1279.
- 杨宗喜, 唐金荣, 周平, 等. 2013. 大数据时代下美国地质调查局的科学新观[J]. *地质通报*, 32(9): 1337–1343.
- 张洪涛, 唐金荣, 齐亚彬, 等. 2014. 矿产资源资产资本理论与实践[M]. 北京: 地质出版社.
- 赵林林, 刘荣梅, 张明华. 2019. 地质云分布式数据中心数据建设成果[J]. *地质论评*, 65(S1): 315–316.
- 中国信息通信研究院云计算与大数据研究所. 2019. 数据资产管理实践白皮书(4.0版)[EB/OL]. (2019-06-04)[2021-01-11]. http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201906/t20190604_200629.htm.
- 中华人民共和国财政部. 2006. 事业单位国有资产管理暂行办法[EB/OL]. (2006-05-30)[2023-12-19]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2007/content_660534.htm.
- 中华人民共和国国务院. 2021. 行政事业性国有资产管理条例.[EB/OL]. (2021-03-17)[2023-12-19]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-03/17/content_5593484.htm.
- 中国地质调查局. 2020. 中国地质调查局事业单位国有资产管理暂行办法[R].