我国科学数据标准体系研究

王卷乐1,3 石 蕾2 徐 波2 王玉洁1 高孟绪2 王 超2

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室,北京 100101;

2. 国家科技基础条件平台中心, 北京 100862;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏南京 210023)

摘要:科学数据标准是科学数据长期获取、处理、保藏、加工以及可持续访问和共享利用的基础。科学数据标准 化程度也是衡量世界各国积累和有效利用科学数据资源水平的一个重要指标。然而,我国科学数据标准体系的建设还 存在缺失、分散、滞后等问题,不能满足科学数据中心和科学数据开放共享的快速发展需要。本文结合国家科学数据 中心建设的背景,对当前科学数据标准体系建设和标准研制现状进行梳理分析,剖析科学数据的全生命周期流程,建 立科学数据标准体系参考模型,从基础标准、通用标准、专用标准3个层次构建科学数据标准体系,并从科学数据标准 体系参考模型完善、全生命周期链条覆盖、按计划分步实施、多级标准协同、标准应用宣贯等方面提出建议。

关键词:标准体系;科学数据;科学数据中心;数据管理;数据共享;参考模型

中图分类号: G307 文献标识码: A **DOI**: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.05.007

Study on the Scientific Data Standards System

WANG Juanle^{1,3}, SHI Lei², XU Bo², WANG Yujie¹, GAO Mengxu², WANG Chao²

(1. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; 2. National Science and Technology Infrastructure Center, Beijing 100862; 3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023)

Abstract: Scientific data standards are the basis for the long-term acquisition, processing, preservation, and sustainable access and utilization of scientific data. The degree of standardization of scientific data is also a significant index to measure the accumulation and effective utilization of scientific data resources in the world. The general office of the state council of the People's Republic of China issued "Scientific Data Management Measurement" in 2018, and the ministry of science and technology and the ministry of finance started the construction of the first 20 national scientific data centers in 2019. The current reality of the deficiency, dispersion and lag of scientific data standards cannot meet the needs of rapid development of scientific data centers and the

收稿时间: 2020年5月6日。

作者简介:王卷乐(1976—),男,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师,研究方向:科学数据共享、地理信息系统与遥感应用(通信作者);石蕾(1982—),女,国家科技基础条件平台中心研究员,研究方向:科技资源管理;徐波(1988—),男,国家科技基础条件平台中心助理研究员,研究方向:科技资源管理;王玉洁(1991—),女,中国科学院地理科学与资源研究所科研助理,研究方向:地理信息共享;高孟绪(1982—),男,国家科技基础条件平台中心副研究员,研究方向:科技资源管理与共享;王超(1987—),男,国家科技基础条件平台中心助理研究员,研究方向:科技资源管理与共享。

基金项目: 国家科技基础条件平台专项课题 "科学数据标准体系研究与数据汇交标准研制"(2018DDJ1ZZ17); 国家科技基础条件平台专项课题 "科技基础资源调查专项进展成效分析与发展战略研究"(2019DDJ1ZZ01); 中国科学院信息化专项项目 "大数据驱动的资源学科领域创新示范平台"(XXH13505-07)。

open sharing of scientific data. Combing with the background of the national scientific data centers construction, this paper analyzes the current status of the scientific data standards system and its development, closely follows the standardization requirements of scientific data management, analyzes the full life circle process of scientific data, and establishes a reference model of scientific data standard system. The scientific data standards system is established based on the three levels of basic standard, general standard and specialized standard. On this basis, some suggestions are put forward, such as perfecting the reference model of scientific data standard system, covering the whole life cycle chain, implementing the system step by step according to the plan, coordinating the multilevel standards, and publicizing and implementing the standard application.

Keywords: standards system, scientific data, scientific data centers, data management, data sharing, reference model

0 引言

科学数据标准是科学数据长期获取、处理、 保藏、加工以及可持续访问和共享利用的基础。 科学数据标准化的程度也是衡量世界各国积累和 有效利用科学数据资源水平的一个重要指标。科 学数据标准及其标准化贯穿整个科学数据生命周 期,要整体加强和提升科学数据的标准化水平必 须要对其标准体系进行顶层设计和系统构建。在 标准体系的整体控制下,可以有步骤地解决各类 科学数据标准问题,从而把科学数据面临的短期 标准制修订问题和长期系列标准维护问题融为一 体,达到稳步提高科学数据管理的标准化程度的 目的。

我国高度重视科学数据的管理并逐步加强科学数据的标准化建设,并在 2009 年建立全国科技平台标准化技术委员会。2018 年,国务院办公厅印发《科学数据管理办法》,明确提出研制国家科学数据管理标准的迫切需求,建立科学数据标准体系,指导科学数据标准化工作。2019 年 6月,科技部、财政部对国家科技资源共享服务平台开展了优化调整工作,启动首批 20 个国家科学数据中心,加强科学数据的标准化建设[1-2]。

然而,在标准体系建设过程中仍然面临着 严峻的挑战。如果缺少标准体系的统筹协调,不 仅导致各学科领域科学数据中心建设缺少顶层指 导,也容易使不同科学数据中心之间、科学数据 中心与行业数据中心之间的标准不兼容,形成新 的数据壁垒,在全国性的科技创新、国防建设、 应急减灾、疫情防控、科学传播等方面形成数据 共享和开发利用障碍。针对国家《科学数据管理 办法》落实的新要求以及国家科学数据中心快速 建设和发展的标准化需求,本文将探讨包容多学 科内容、覆盖多领域平台、贯穿科学数据生命周 期的科学数据标准体系。

1 标准体系进展与面临的问题

欧美发达国家早在20世纪90年代就已经 开始制定科学数据的管理政策和相应的技术规范 要求,并在近年来呈现深入和推广的趋势。1994 年,美国成立开放地理空间信息联盟(OGC), 发布了开放的地理数据互操作规范。截至2020 年 4 月, OGC 互操作规范共有 22 项抽象规范、 158 项执行标准、1 项OGC参考模型、20 项白 皮书、304项公共工程报告、70项最佳实践文档 和 145 项讨论稿^[3]。ISO 地理信息参考模型标准 规定了GIS领域的标准化框架,确定了包括地理 信息模型服务、地理信息系统管理服务、地理信 息处理服务等在内的六类地理信息服务性。美国 联邦地理数据委员会 (Federal Geographic Data Committee, FGDC) 在 1996年制定了FGDC标 准参考模型。该参考模型主要内容包括标准制定 的原则和方法、标准的文档格式、标准的应用 和审查等[5]。ISO/IEC JCT1 WG9(大数据工作 组)间制定了ISO/IEC 20547《信息技术大数据 参考架构》国际标准,参考架构系列标准包括 框架与应用、用例与需求、参考架构、安全和隐 私、标准化路线图等5个分册。开放档案信息系 统(OAIS)是美国航空航天局(NASA)咨询委 员会制定的标准,致力于为以长期保存为目的的 信息系统建立一种参考模型和基本概念框架[7-8], 目前已应用于全球多个机构部门及档案数据管理 组织内。

在我国,全国科技平台标准化技术委员会立 足科技资源类型与科技资源全生命周期管理2个 角度构建了科技平台标准体系框架,包括定义与 指南、描述、获取与处置、服务等6个子体系[9]。 水利科学数据共享标准体系框架包括指导标准、 通用标准和专用标准3类,分别设计了分类编 码、数据元、元数据等技术标准[10]。交通科学数 据共享标准规范体系框架包括指导类标准、通用 类标准和领域专用标准3个层次四,涵盖公路、 铁路、水运、民航等四类领域专用标准。气象标 准体系由国家标准、行业标准、团体标准和地方 标准 4 个层次的标准组成[12],标准范围涵盖 4 个 功能类别、14个专业领域。地球系统科学数据共 享标准参考模型包括指导标准、通用标准和专用 标准三层结构,涵盖数据准入、描述、分类、集 成、分发等全生命周期科学数据管理流程[13],具 体分为机制条例类、数据管理类、平台开发类、 用户服务类4大类标准规范,规范了大气圈、水 圈(含冰雪圈)、生物圈、岩石圈等数据管理。 健康医疗领域提出由基础、数据、管理、技术、 服务与应用以及专业标准6个大类23小类组成 的科学数据共享标准体系框架[14]。国家地理信 息标准体系由7大类、44小类、219个标准组 成[15],分为地理信息基础类标准、专业类标准、 专项类标准3个层次。测绘标准体系按信息、技 术和工程等维度构建测绘标准框架,具体由6个 大类 36 个小类标准组成[16]。环境信息化标准体 系由总体标准、应用标准、信息资源标准等7个 分体系组成[17]。信息安全标准体系框架混合了标 准属性和标准研究内容两种分类方式,将信息安 全标准分为基础标准、技术与机制研究标准、管 理标准、测评标准、密码标准、保密标准和通信 安全7个大类[18]。

结合以上国内外标准体系建设的进展分析, 在当前落实《科学数据管理办法》和推动国家科 学数据中心建设背景下,我国科学数据标准体系 面临以下问题。

- (1)标准研制工作缺乏统一指导与规划,标准覆盖领域不全。主要表现在以下几个方面:一是标准缺失现象严重。长期以来,由于标准研制工作滞后,各组织根据自身需要制备的科学数据不断积累产生了大量的独立"数据烟囱",难以开展已有数据资源的互操作。二是标准建设分散。现有的许多数据标准规范分散在不同的学科领域和科学数据共享平台中,大部分仅在内部使用,标准的通用性不强,没有形成体系。三是标准研制的起点参差不齐,相互间缺乏协调。四是由于缺乏一致的标准化建设机制,标准规范层次较低,缺少国家标准。五是标准制修订工作的进度还不能满足日益提升的科学数据管理需求。
- (2)标准的生命周期不健全,影响整体数据管理能力。科学数据的整个生命周期涉及的环节较多,包括科学数据的采集加工与处理、科学数据保存、科学数据发布与共享、科学数据应用、科学数据质量管理、科学数据评估评价和科学数据维护与更新等方面。目前已存在的科学数据管理相关标准还主要集中在科学数据采集、共享等少数几个方面,尚未覆盖整个生命周期,影响了科学数据整体管理能力的提升,急需制定科学数据标准体系。
- (3)标准宣贯力度不足,实施情况深浅不一。标准的贯彻实施包括计划、准备、示范、实施、检查、总结和反馈等过程[19]。科学数据管理标准同样需要实践的检验,也必须通过标准的宣贯来获得不同学科领域的反馈。当前虽然已发布实施了科学数据共享、分类与引用等技术标准,但由于标准仅在部分数据中心内部实施,并未对外进行宣传推广,这在一定程度上限制了标准作用的进一步发挥。

2 科学数据管理的标准化需求

科学数据管理涉及科学数据的内容组织、科学数据的生命周期管理、科学数据的安全保障、科学数据的应用服务和科学数据的评估评价等方面。其业务活动如图 1 所示。

- (1)科学数据的内容组织。科学数据的内容 组织是指通过一定的分类体系和编码规则将数据 资源进行有序的整理和组织。为了更好地保证数 据资源的质量,科学数据的内容组织活动往往需 要延伸到数据的生命周期管理中。
- (2)科学数据生命周期管理。科学数据的生命周期包含数据管理计划、数据采集生产、数据加工整理、数据汇交、数据保存、数据维护与更新、数据发布与共享等环节。各环节的标准业务需求见图 2 所示。在科学数据生命周期各环节的

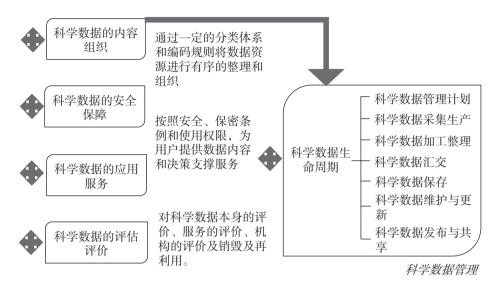


图 1 科学数据管理业务活动框架

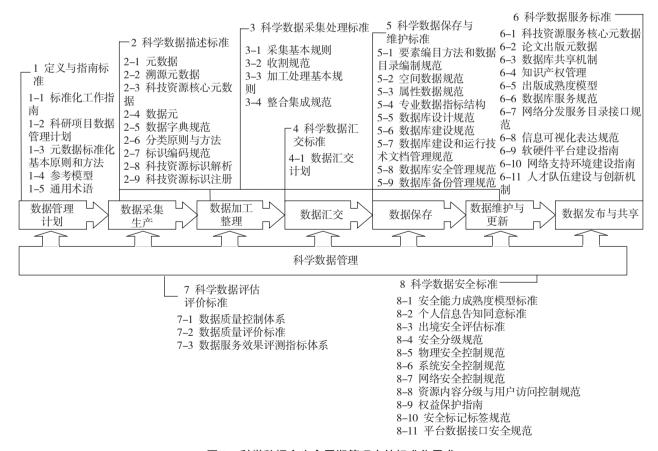


图 2 科学数据全生命周期管理中的标准化需求

标准化需求有以下的具体表现。

科学数据管理计划:是指数据提供方按照任 务书和资助方的要求,描述项目执行期间拟产生 的科学数据的基本情况,包括科学数据资源的清 单、科学数据生产所采用的相关数据质量控制情 况以及科学数据的软件工具说明、衍生数据的使 用原则及其使用期限与长期保存等要求。

科学数据采集生产:是指科学数据从无到 有、从分散到聚集、从非科学数据向科学数据转 化的过程。

科学数据加工整理:是指科学数据作者按 照用户的需求,通过各种方式、活动、行为对科 学数据进行分类、标记、保存、保护、加工、分 析、挖掘的过程。

科学数据汇交:是指科学数据提交方按照科 学数据管理计划,对计划汇交的科学数据进行汇 总整理、数据质量自查和提交的过程。

科学数据保存:是指按照相关规定将制备的 科学数据进行合规存储的过程。

科学数据维护与更新:是指对科学数据的 内容进行持续更新与归档的过程,为应对突发情况,还应做好科学数据的备份与恢复。

科学数据发布与共享:是指针对用户需求, 将科研机构采集生产、加工整理、维护更新的科 学数据提供给用户,以满足其需求的过程。

- (3)科学数据的安全保障。科学数据的安全 保障是指科学数据在管理、使用等过程中的物理 安全、网络安全和信息保密安全,包括科学数据 安全等级、保密条例、使用权限规定等。
- (4)科学数据的应用服务。科学数据的应用 服务是指符合安全、保密条例和使用权限等要求 下,为用户提供数据内容和决策支撑服务。
- (5)科学数据的评估评价。科学数据的评估评价是指对科学数据本身的评价、服务的评价、机构的评价以及评价后的销毁及再利用处置。

3 科学数据标准体系参考模型

3.1 构建原则

(1) 注重科学数据的综合及学科领域特征,

多层次布局科学数据标准体系。科学数据标准体系参考模型、将标准分为基础标准、通用标准和专用标准三类。在通用科学数据领域、基础标准是从总体上指导、协调科学数据标准化工作,使其采用一致性原则与方法,以便取得最佳整体效益。通用标准是各专用科学数据标准规范建设的基础,用以规定专用性标准的共性框架。在基础标准和通用标准的基础上,制订对象范围更为具体的专用性标准,保证专用性标准与通用性标准和基础性标准的总体框架下的协调一致。

- (2)结合科学数据生命周期和科学数据管理的业务需求确定标准内容。按照功能归口法和生命周期法设计三类标准的具体标准内容。参考国际地理信息标委会ISO/TC 211 提出的 5 个视角,即企业视角、信息视角、工程视角、计算视角、技术视角,对科学数据标准规范进行分类,建立科学数据标准规范体系框架,以科学数据管理标准化的基本业务流程为基础,在分析中融入适当简化后的全生命周期的概念,即从科学数据的内容组织、科学数据的生命周期管理、科学数据的内容组织、科学数据的应用服务和科学数据的评估评价为主线进行分类,确立科学数据标准规范的内容和功能分类。
- (3)结合科学数据自身的传播和服务特点,注重其在用户服务方面的考量。科学数据管理的根本目的是保障科学数据可长期访问,提高开放共享水平,更好地支撑国家科技创新、经济社会发展和国家安全。因此,便于用户访问和共享使用是一条根本原则。在这条原则指导下,科学数据应呈现出良好的数据分类体系和完整的元数据描述信息。同时,在标准体系框架的设计及各类技术标准的规划中,充分遵循实际用户的意见,尤其是相关领域的专家、具体生产和使用科学数据的科研人员等用户,通过对业务的需求调查以及典型目标客户的需求访问,并进行多次迭代,有助于落实和推进科学数据标准体系的实施。

3.2 模型构建

综上所述,科学数据标准体系包括,定义

与指南标准、科学数据描述标准、科学数据采集 处理标准、科学数据汇交标准、科学数据保存与 维护标准、科学数据共享服务标准、科学数据评 估评价标准、科学数据安全标准等8个分体系组 成,如图3所示。

- (1)科学数据基础标准。主要包括定义与指 南标准,规定科学数据管理中具有基础性、指导 性的总体要求,规定体系结构及其标准规范内外 部的关系与关联,并提出适用于科学数据标准规 范编制和使用的一些基本原则。具体包括标准化 指南、参考模型、术语、总体要求等标准。
- (2)科学数据通用标准。主要包括科学数据的描述标准、采集处理标准、汇交标准、保存与维护标准、共享服务标准、评估评价标准、安全标准。科学数据描述标准:主要规定科学数据管理中对科学数据描述的规则与分类标识方法等,服务于科学数据的存储、检索与共享,包含元数据、数据元、分类与代码、数据标识等。科学数据采集处理标准:主要规定科学数据管理的生命

周期中采集处理流程中的规范, 包括数据采集生 产、数据加工整理等标准。科学数据汇交标准: 主要规定科学数据管理的生命周期中数据汇交流 程中的规范,包括数据汇交等标准。科学数据保 存与维护标准:主要规定科学数据管理的生命周 期中科学数据保存、数据维护流程中的规范, 包 括数据保存、数据维护、数据更新等标准。科学 数据共享服务标准: 主要规定科学数据的各类服 务元素的一致要求, 服务于各类科学数据管理工 作的统一管理,包含科学数据服务内容、服务质 量、服务规程、服务模式、服务能力等。科学数 据评估评价标准:主要规定对科学数据评价、服 务评价、机构评价、销毁及再利用等标准。科学 数据安全标准:主要规定科学数据安全保障框 架,以及科学数据的物理安全、系统安全、网络 安全、数据使用安全等标准。

(3)科学数据专用标准。主要规定地球科学、农业科学、林业和草原、气象、地震、海洋、基因组学、高能物理、微生物、空间科学、

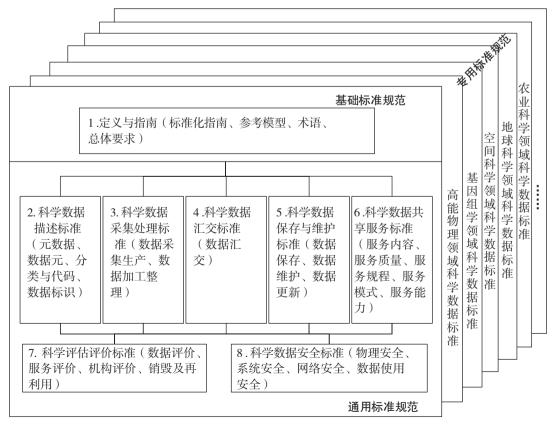


图 3 科学数据标准体系参考模型

天文科学、对地观测、极地科学、青藏高原、生态科学、材料科学、冰川冻土沙漠、人口健康、基础学科、计量科学等领域的专用数据标准。

4 实施建议

- (1)完善科学数据标准体系参考模型。标准 参考模型描述了科学数据共享标准化的总体需求 和基本原则。在当前落实《科学数据管理办法》 和推进国家科学数据中心建设的过程中,会面临 着不同学科领域的、新的标准化需求。因此,要 在推进科学数据标准体系建设和实施的过程中, 重视学科领域科学数据管理的共性和差异,开放 吸纳传统学科、交叉学科、新兴学科领域对科学 数据管理的需求,充实和完善科学数据标准体系 参考模型,为科学数据标准体系建设奠定扎实的 基础。
- (2)健全科学数据全生命周期标准链条。支撑科学研究的科学数据具有全生命周期的典型特点。然而,在科学数据管理过程中,各学科领域对数据生命周期中的各环节关注度不同,导致部分环节容易被忽视。例如,仪器观测为主的科学数据则重视采集和汇交,而数据加工和分析层面较弱;综合研究为主的科学数据则重视数据的汇聚、处理和分析,但缺少数据计划和长期保存标准支持。在科学数据标准体系的指导下,鼓励各学科领域健全自身的科学数据生命周期标准链条。
- (3)按标准明细表计划分步实施。在科学数据标准体系框架指导下统筹构建标准明细表。标准明细表的内容包括围绕该体系已发布的标准、拟修订的标准和新制定的标准。这些都是落实科学数据标准体系的重要抓手和操作工具。根据需求的紧迫程度和成熟条件,有步骤地进行标准制修订的任务分解,制定三年期的标准制修订计划。依照"符合体系、成熟先行、急用先行、重要先行"的总体原则落实计划。
- (4)多级标准制修订协同。根据 2015 年国 务院印发的《深化标准化工作改革方案》,政府 主导制定的标准由 6 类整合精简为 4 类,分别是

强制性国家标准、推荐性国家标准、推荐性行业标准、推荐性地方标准;市场自主制定的标准分为团体标准和企业标准。在当前国家标准数量总体受约束的情况下,不可能用国家标准来解决科学数据标准体系的所有问题。因此,要在相关标准化技术委员会指导和协同下,按需要制定相应级别的标准。

(5)科学数据标准应用宣贯。在科学数据标准体系建设的同时,要结合实际应用需求情况,加强科学数据管理标准的宣贯。例如,在落实国家《科学数据管理办法》的过程中要及时加强科学数据汇交技术与管理、科学数据分类编码、科学数据标识、科学数据引用等重要标准的应用宣贯。在宣贯结束后还要做好宣贯效果的追踪与评价等后续工作,进而对科学数据标准体系进行反馈和完善。

5 结论

本文充分考虑了科学数据管理标准化的业务需求及不同学科、领域科学数据的共性特点,并与整个科技平台标准体系相协调,按照基础标准、通用标准和专用标准3个层次,建立科学数据标准参考模型。构建了包括定义与指南标准、科学数据描述标准、科学数据采集处理标准、科学数据汇交标准、科学数据保存与维护标准、科学数据共享服务标准、科学数据安全标准、科学数据评估评价标准等8个分体系统筹规划科学数据标准体系。本标准体系将为国家科学数据中心和相关科学数据管理提供标准化参考。

参考文献

- [1] 科技部财政部关于发布国家科技资源共享服务平台 优化调整名单的通知[EB/OL]. [2019-06-05].http:// www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj 2019/201906/t20190610 147031.htm.
- [2] 王瑞丹, 高孟绪, 石蕾, 等. 对大数据背景下科学数据 开放共享的研究与思考[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(1): 1-5, 26.
- [3] OGC® Standards and Supporting Documents[EB/OL]. [2020-04-10]. http://www.ogc.org/standards.

(下转第77页)

数据监测器系统、美国data.gov开放数据项目仪表盘3个指标体系,通过评估开放平台的建设、开放数据的数量、开放数据的质量以及开放数据的影响力等要素,对不同领域、不同地域、不同机构的开放数据工作的质量和效果进行客观评价,为国家管理工作的开展和相关工作的优化提供有效支撑。从评估的方法看,中微观层面的评估更多应采用量化的数据,因此很有必要采用更多的技术手段和技术工具,为相关工作的开展提供数据支撑,确保评估结果的客观性和科学性。

评估指标体系作为开放数据评估体系的核心要素,是科学开展评估工作的基础。本文着重研究了欧美主要的 5 种开放数据评估指标体系,其相关的指标体系具有较强的普适性,但针对性还不够。本文只是从评估指标的宏观和中微观构成两个方面进行了分析,具体实践过程中有许多问题还有待进一步的思考和探究。

参考文献

[1] Open data barometer [EB/OL].[2019-03-12].https://

- www.opendatabarometer.org.
- [2] Global open data index [EB/OL].[2019–03–12].https: //index.okfn.org.
- [3] European Data Portal—Open Data Maturity [EB/OL]. [2019-03-21]. https://www.europeandataportal.eu/en/dashboard.
- [4] 邱春艳. 欧盟科学数据开放获取实践及启示[J]. 情报 理论与实践, 2016, 39(11): 138-144.
- [5] Open data monitor[EB/OL].[2019-04-13].https:// www.opendatamonitor.eu/frontend/web/index.php?r= dashboard%2Findex.
- [6] Project open data dashboard[EB/OL].[2019-04-15]. https://labs.data.gov/dashboard/.
- [7] 武琳, 伍诗瑜. 欧洲开放政府数据合作模式与实现: 跨地区共建共享典范[J]. 情报资料工作, 2017(4): 77-82.
- [8] Creative Commons 4.0[EB/OL].[2019-05-20].https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
- [9] 复旦大学数字与移动治理实验室.中国地方政府数据 开放报告[R].上海:复旦大学,2019:4.
- [10] 翁列恩,李幼芸.政务大数据的开放与共享:条件,障碍与基本准则研究[J].经济社会体制比较,2016,184(2):113-122.

(上接第51页)

- [4] 姜作勤, 刘若梅, 姚艳敏, 等. 地理信息标准参考模型 综述[J]. 国土资源信息化, 2003(3): 11-18.
- [5] 洪志远. 基于 Service Portal 的地理信息共享模式探索及实现[D]. 北京: 中国测绘科学研究院, 2011.
- [6] 光亮, 张群.ISO/IEC JTC1/WG9大数据国际标准研究及对中国大数据标准化的影响[J]. 大数据, 2017, 3(4): 20-28.
- [7] 何依. 高校科研数据机构库联盟演化的影响因素研究[D].武汉: 武汉大学, 2018.
- [8] 吴振新.长期保存中的数字对象不变性研究[J].现代 图书情报技术,2014(11): 1-9.
- [9] 王志强, 杨青海. 科技资源管理标准体系研究[J]. 标准科学, 2019(3): 6-11.
- [10] 耿庆斋, 朱星明. 水利科学数据共享标准体系研究与构建[J]. 水利学报, 2007, 38(2): 233-238.
- [11] 周紫君, 王辉, 林垚, 等. 交通科学数据共享标准规范 体系框架研究[J]. 交通与计算机, 2008(5): 152-154, 130.
- [12] "十三五"气象标准体系框架[EB/OL].[2017-04-17].

- http://cmastd.cmatc.cn/u/cms/www/201704/22064238 rbey.pdf.
- [13] 王卷乐, 孙九林. 地球系统科学数据共享标准规范体系研究与应用[J]. 地理科学进展, 2009, 28(6): 839-847.
- [14] 李赞梅, 钱庆, 李姣, 等. 健康医疗科学数据共享标准体系框架构建[J]. 医学信息学杂志, 2018, 39(11): 49-53.
- [15] 关于印发《国家地理信息标准体系框架》的通知 [EB/OL].[2017-12-11].http://218.244.250.94: 9002/ngcc bwh/html/1//502/511/55010.html.
- [16] 关于印发《测绘标准体系》(2017修订版)的通知[EB/OL].[2017-09-21].http://www.hnch.gov.cn/plus/view.php?aid=12630.
- [17] 环境信息化标准体系[EB/OL]. [2018-04-13].http: // www.chinaeic.net/xxgk/bzgf/bzfb/201804/t20180413_434505.html.
- [18] 许玉娜, 王姣. 国家信息安全标准化概述[J]. 信息安全研究, 2016, 2(5): 412-416.
- [19] 程苹, 胡永健, 王志强. 科技平台标准体系构建研究 [J]. 标准科学, 2012(9): 44-48.