

欧美开放数据评估指标体系调查研究及启示

王超¹ 张辉²

(1. 国家科技基础条件平台中心, 北京 100862;

2. 北京航空航天大学国家科技资源共享服务工程技术研究中心, 北京 100191)

摘要: 随着大数据时代的来临, 数据已经渗透到各行各业, 并成为重要的生产因素。数据开放已成为全球信息化发展的必然趋势, 世界各国政府都在积极推动相关工作的开展。客观科学的评估体系是保障并推动数据开放共享的基础, 也是开放数据管理体系的核心。研究分析比较国际上具有代表性的5个开放数据评估指标体系, 为我国数据开放共享及其评估提供参考。

关键词: 政府开放数据; 开放指数; 评估系统; 数据评估指标体系

中图分类号: G203

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.05.010

Research and Enlightenment of International Open Data Evaluation Index System in Europe and America

WANG Chao¹, ZHANG Hui²

(1. National Science and Technology Infrastructure Center, Beijing 100862; 2. National Engineering Research Center for S&T Resources Sharing Service, Beihang University, Beijing 100191)

Abstract: With the advent of the era of big data, data has penetrated into all walks of life and become an important production factor. Data opening has also become an inevitable trend in the development of global information technology. Governments around the world are actively promoting the development of relevant work. The objective and scientific evaluation system is the foundation to guarantee and promote the open and sharing of data, and also the core of the open data management system. This paper studies, analyzes and compares five kinds of international representative open data evaluation index system, in order to provide guidance and reference for China's data open sharing and evaluation.

Keywords: open government data, open index, evaluation framework, data evaluation index system

当前, 人类社会进入了大数据时代和共享时代, 推动政府数据开放共享受到了国内外的高度重视, 一些发达国家建立了开放数据系统。利用这样的开放数据系统, 人们可以自由地访问、使用 and 分享政府数据。为保证数据的质量及开放系

统的高效运转, 这些国家构建了相应的开放数据评估体系, 针对开放数据的环境、行为、数量、质量、程度和效果等多个维度进行分析评估, 以有效促进数据的开放共享。我国政府积极推动数据和科技资源开放共享, 并已取得了显著成效。

作者简介: 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、科技资源共享理论与方法; 张辉 (1968—), 男, 北京航空航天大学计算机学院教授, 国家科技资源共享服务工程技术研究中心副主任, 研究方向: 互联网信息检索、大数据管理与挖掘、科技资源共享理论与方法 (通信作者)。

基金项目: 重点研发计划项目“分布式科技资源体系及服务评价技术研究”(2017YFB1400200)。

收稿时间: 2020年5月8日。

但是,我国开放数据及资源共享的评价评估指标体系还有待进一步完善。为进一步加强我国政府数据共享评估指标体系的构建,本文分析借鉴欧美主要评价指标体系的构建特点,提出相应的对策和建议。

1 欧美主要开放数据评估系统概述

近年来,开放数据的评估机制在全世界范围内快速发展,美国、欧洲等国家和地区已建立了一些颇具代表性的开放数据评估系统,例如开放数据晴雨表、全球开放数据指数、欧盟开放数据成熟度仪表盘、欧洲开放数据监测器系统以及美国政府开放数据门户网站 data.gov 的评估系统等,在全球范围内得到广泛应用。其中,开放数据晴雨表和全球开放数据指数主要是对政府整个开放情况的宏观评价,而欧盟开放数据成熟度仪表盘、欧洲开放数据监测器系统以及 data.gov 的评估系统则是针对具体的数据开放工作的微观评价。欧盟开放数据成熟度仪表盘和欧洲开放数据监测器系统主要应用在欧盟各国。这些评价系统对推动数据的开放起到了重要作用。

(1) 开放数据晴雨表 (ODB),是由万维网基金会 (World Wide Web Foundation) 于 2013 年正式对外发布的,用于测度各国政府发布和使用的公开数据在推动政府问责、创新以及提高社会影响等方面的成效,主要通过综合各国基础数据、技术评估和若干二级指标等,采用深度分析法对各国政府和区域的数据开放程度进行比较并排名,以此分析全球的数据开放趋势,揭示世界范围内“开放数据倡议”产生的普遍性影响^[1]。

(2) 全球开放数据指数 (GODI),是由总部设在英国的开放知识网络 (Open Knowledge Network) 于 2013 年对外发布的,是开放政府数据的全球评测基准,主要通过众包调查的方式对各国政府特定数据集的开放性进行评估,以帮助各国政府查找数据开放方面存在的问题,同时为政府提供如何提高数据价值的建设性意见^[2]。截至 2017 年,拉美、非洲和亚洲等地区的 94 国政府使用了该指标。

(3) 欧盟开放数据成熟度仪表盘 (Open Data Maturity Landscaping),是评估欧洲各国开放数据成熟度的工具,由欧洲开放式数据门户网站 (European Data Portal, EDP) 提供,主要是对影响开放数据的国家政策发展水平因素、国家数据门户特色以及开放数据预期影响等指标进行综合评估,现已成为评估欧盟各国数据开放现状的基准^[3-4]。

(4) 欧洲开放数据监测器系统,是展示欧洲各国开放数据资源概况的监测平台,由欧盟资助建立,由奥地利、英国、希腊等国家的开放数据研究公司与英国南安普顿大学于 2013 年共同设计开发上线,对欧洲各国的开放数据目录、数据集和元数据质量进行监测和可视化分析^[5]。

(5) 美国数据开放项目仪表盘,是美国政府开放数据门户网站 data.gov 的子功能。该仪表盘利用人员管理和数据收集等多个维度指标对联邦政府的开放数据集进行评估,以展示联邦政府的开放数据政策的落实情况^[6]。

2 主要开放数据评估系统的指标及其内容

2.1 开放数据晴雨表

各参评国要求遵循《开放数据宪章》(Open Data Charter) 关于开放数据评估的六大原则,即开放性、及时性和全面性、可访问和易用性、可比较和互操作性、政府和公民的高参与性、广泛的发展和创新性,并据此开展评估。开放数据晴雨表从第一份开放数据报告开始,始终将数据的开放性作为考核要点,从数据开放的完备度、执行力和影响力 3 个维度出发,评估各国政府及地区开放数据的普及性和影响力。表 1 是相关评估指标和内容^[1]。各参评国的打分应由同行专家评审(从数据的开放情况和相关数据集的质量两方面进行评审)、政府自评及来自其他国际组织的补充数据组成。“开放数据晴雨表”中的总分为 100 分,取变量的平均值计算各组成部分,并取各部分的均值计算完备度、执行力和影响力等(其权重在开放数据晴雨表各占 1/3)。

2.2 全球开放数据指数

各评估参与国同样需遵循《开放数据宪章》评估原则。开放知识基金会通过和各领域专家合作，选定了政府预算、选举结果、公司注册、统计数据、立法草案等与整个社会有关的 15 类关

键数据集组成了评估指标体系^[2]。具体的指标如表 2 所示。全球开放数据指数（GODI）主要通过调查问卷和专家评估等方式收集世界各地关键数据集的发布与开放情况，并为关键数据集设置了数据采集和发布标准。总分为 100 分。其中，

表 1 开放数据晴雨表的相关评估指标

一级指标	二级指标	三级指标
完备度	政府政策	国家制定开放数据政策或策略的完备程度
		开放数据管理和数据发布办法的可持续性
	政府行为	国家对《开放数据宪章》中数据资源的配备程度
		城市和地区政府对该宪章的执行力度
	企业家与企业	对个人以及公司利用开放数据提高技能或创业的培训程度
		政府以竞争和资助等方式支持开放数据创新文化的力度
		公司层面对技术的吸收（将加入补充数据）
		个人利用互联网的比例（将加入补充数据）
	公民与公民社会	“公民知情权”法的执行力度
		法律或监管框架保护个人隐私数据的力度
执行力	政府开放数据的可获取性 开放政府数据质量	15 种不同类型数据集的开放度
		根据开放数据的 10 项属性评估上述 15 种不同类型的数据集
影响力	政治影响	开放数据对提高政府效率及效能的影响力度
		开放数据对提高政府透明度与问责制的影响力度
	社会影响	对环境可持续性的影响
		对边缘群体参与政策制定和获取政府服务的程度
	经济影响	对经济的提升程度
		企业家借助开放数据成功创业的力度

表 2 全球开放数据指数指标

一级指标	二级指标
政府预算	政府各部门的财政预算，预算的详细说明，预算的细分程度
政府支出	需要在线的数据：交易部门，交易日期，交易明细，各次交易记录
政府采购	投标阶段：竞标单位，标书名称，竞标进程；奖励阶段
竞选结果	主要选举的结果，注册选举人数量，无效选举数量，作废选举票数
公司注册	公司名称，公司地址，公司 ID
土地拥有权	土地边界，土地 ID，土地价值，拥有类型
国家地图	国家交通路线标注，水域延伸的标注，国家边界坐标
国界	一级边界，二级边界，管理区域坐标
区域	邮编地址，坐标
国家统计	人口统计，GDP，失业人口
立法草案	草案内容，草案作者，草案进展，当前的可用性
国家法律	法律内容，进展，最新修改日期，修正案数量
空气质量	颗粒物，氧化硫，氧化氮，一氧化碳，臭氧，空气监测站的可用性
水质	粪便大肠菌，砷，氟化物，硝酸盐，可溶固体，各水源数据
天气预报	国家几个地区的天气预报：3 天的温度、降水和风

开放数据开放许可的状况、机器可读性、开放数据格式、技术和法律是评估的重点,占40分,另外60分均匀分配在数据发布的及时性、数据的可用性和可访问性等方面。权重计算中兼顾技术和法律二者之间关系(各占50分),所涉及的具体问题分别有不同的加权分值。

2.3 欧盟开放数据成熟度仪表盘

各参评国需要遵循由全球非盈利组织“开放知识基金会”制订的《开放定义》的要求。欧盟开放数据成熟度仪表盘自2015年起至今每年评估一次,并于2018年调整了其评估方法,旨在为评估国家的开放数据现状提供基准。根据欧盟各国的人数,仪表盘分为大、中、小3类。相关评估主要从开放数据政策、开放数据门户网站、开放数据的影响力和开放数据质量4个维度进行评估^[3]。具体的指标如表3所示。主要通过调查问卷的形式对各国的开放情况进行了解。评估手册对每个维度的具体指标做了详细的评分和权重规定,每个国家的总分根据各项指标的分数乘以

权重并求和。

2.4 欧洲开放数据监测器系统

欧洲开放数据监测器系统主要从开放许可、机器可读性、可获得性和元数据完整性4个方面对欧洲32个国家173个数据门户的1472GB的数据量进行监测,并通过可视化的方式呈现监测结果^[7]。评估变量涉及数据质量和数据体量两个维度,表4是相关评估指标和内容^[5]。通过网站平台收集的欧洲公共行政机构开放数据中心的元数据,分析欧洲开放数据资源情况,元数据的收集程序可以定期或按需运行。评估结果通过可视化的方式呈现,并进行动态更新。

2.5 美国data.gov开放数据项目仪表盘

主要包括数据的公开性、可访问性、可复用性、更新及时性、全面性等7个方面。美国data.gov网站是世界上最知名的政府开放数据网站之一,其成功的关键在于所有的数据都是可获取的(Available)、可发现的(Discoverable)和可使用的(Usable),表5是相关评估指标和内容^[6]。通

表3 欧盟开放数据成熟度仪表盘指标

一级指标	二级指标
开放数据政策	政策框架,国家层面的合作性,许可证的规范性
开放数据门户网站	门户特点,门户的使用,数据优化,门户的可持续性发展性
开放数据的影响力	国家战略,政治,社会,经济,环境
开放数据质量	数据更新的自动化程度,数据集合元数据的时效性,与DCAT-AP(数据目录词汇表应用纲要)的统一性

表4 欧洲开放数据监测器系统指标

一级指标	二级指标
数据质量	开放许可性:持有开放许可证的数据集数量在总数据集数量中的占比
	可机读性:根据系统所支持的数据格式,计算出可机读的数据集数量对总数据集数量的占比
	完整性:元数据字段丢失率的平均值
	可访问性:公众开放的数据集数量在总数据集数量的占比
	可发现性:基于2个网络流量排名系统(Google和Alexa)而得出对数据集重要性的评估
	开放格式:非特定格式数据集数量在总数据集数量的占比,也是对数据集可机读性的补充
	质量总分数:根据上述6项指标(开放许可性、可机读性、完整性、可访问性、可发现性、开放格式)计算出的平均分
数据数量	数据总量:所有数据量的总和,单位以Kbytes计算
	数据集分布数量:所有数据集中包含的数据分布数量的总和
	数据集数量:可访问的数据集总数量
	数据发布者数量:基于目录的数据发布单位数量
	收割到的数据集目录数量:系统收割并整合后的数据集目录数量

表 5 美国 data.gov 开放数据项目仪表盘指标

一级指标	二级指标
数据清单	总体进展, 数据清单更新的及时性, 数据集总量, 公开数据集数量, 有条件公开数据集数量, 非公开数据集数量, API 数量, 按时完成, 按照不同级别可访问的数据集数量, 相比前期的数据集的增长率, 数据许可的明确性, 数据集的修正率, 数据清单的完成程度
公开数据目录	总体进展, 公开数据集数量, 可下载数据集数量, 可下载并可访问数据集数量, 质量检测分析, 各种不同链接的数量(正常工作、受限、断开、错误等), 相比前期的公开数据集的数量增长率, 有效元数据数量
公众参与	总体进展, 反馈机制方案的清晰度, 反馈机制的完善程度, 公众参与对数据发布优先级的影响度, 解决反馈问题的力度, 根据反馈意见而改善数据质量的文字证明
隐私和安全性	总体进展, 数据发布流程的完善程度, 非公开数据集的说明
人力资源	总体进展, 开放数据主要联系人信息以及联系人责任的明确性, 首席数据执行官的任命
使用和影响	总体进展, 开放数据产生影响力的文字说明, 网站的访问量以及访问量的增长率, 是否有分析数据的软件及可行性, 针对各机构数据集的访问数量

过人工评价、自动评估和第三方评估的方式对相应指标进行监测、统计。data.gov 开放数据项目仪表盘 6 个评估维度的各项指标将以图表、自动运行结果以及人工评估报告形式进行展示。

3 主要开放数据评估系统的对比

开放数据评估的根本目的就是致力于国际社会开放数据水平的提高, 所以欧美主要开放数据评估系统也都遵循数据开放、数据共享的基本原则和方法, 尤其是《开放数据宪章》(Open Data Charter) 为全球数据开放运动提供了通用准则: (1) 各评估体系基本上都是把开放数据的开放性作为评估的首要条件, 从基础上保障数据开放的实施; (2) 各评估系统都明确采用国际统一标准——知识共享标准 Creative Commons 4.0^[8], 为各评估机构和政府之间的交流合作提供了便利; (3) 在评估方式和方法上各评估框架也有共同之处, 通用的指标监测方式主要包括人工评估和程序自动运行两种, 其中专家评审作为主要的人工评估途径; (4) 在评估结果展示方面, 各评估框架都采用可视图表对各评估指标维度进行多种方式展示。

前述 5 个欧美主要开放数据评估系统之间既有联系又有区别。各评估系统根据评估对象和评估目标的不同, 分别采用不同的评估方法和评估指标体系。

基于不同的评估对象, 各评估体系的评估重

点也是不同的。开放数据晴雨表和全球开放数据指数作为当前国际社会开放政府数据行动的倡导者和先行者, 能够独立地对各国开放政府数据的情况进行客观公正的评估与分析。其中, 开放数据晴雨表着重评估数据的背景、发布和影响力, 而全球开放数据指数则更加注重数据的发布; 全球开放数据指数更注重具体的数据集, 而开放数据晴雨表则更关注每个类别中的数据集类型。在评估方法上, 全球开放数据指数的评估方法每年都会进行调整, 而开放数据晴雨表的评估方法基本保持不变, 更方便同一参评机构不同年份之间的评估结果进行比较。全球开放数据指数采用了与民间合作方式, 为政府提供了所缺乏的民间重要反馈信息。欧盟的数据评估更侧重于从宏观角度评估数据开放的政策、门户、影响、质量等。欧盟开放数据监测器主要从质量和数量两个维度评估开放数据, 并作为平台为用户提供创新技术分析和可视化数据目录的渠道。美国开放数据项目仪表盘的评估系统最为详细, 涵盖的范围也最为广泛, 也为其他评估系统的完善提供了参考。

这 5 个具有代表性的开放数据评估系统在开放数据的测量以及数据获取方面存在差异性, 对开放数据的理解以及评估侧重点的不同则评估指标设计和测量也不同。从表 1—表 5 可以看到, 评估工具的一级、二级指标有着较大的差异。不同的测量方式会带来不同的评估结果。各评估系统特色和差异的比较见表 6。

表 6 5 个评估系统特色与不足

评估系统	特色	不足
开放数据晴雨表	着重评估开放数据的背景、发布和影响力，评估方法基本保持不变	评价指标定义范围相对宽泛，对政府数据门户建设以及数据开放等具体操作环节的指导效果有限
全球开放数据指数	从具体的数据集出发考核数据的发布，并且每年均会调整评估方法	聚焦于具体公共数据集是否在法律和技术层面以开放标准发布，强调数据集的开放性及评估的系统性
欧盟开放数据成熟度仪表盘	侧重于从宏观角度评估数据开放的政策、门户、影响、质量等	缺乏细致的评估分数计算方法
欧洲开放数据监测器系统	主要从质量和数量两个维度评估开放数据	缺乏细致的评估分数计算方法
美国数据开放项目仪表盘	评估系统最为详细，并有效结合了美国的开放数据工作	操作细节有待完善

4 构建我国开放数据评估指标体系的建议

经过近 20 年的发展，我国政府在推动数据和科技资源开放共享方面已取得了显著成效。据统计^[9]，截至 2019 年上半年，我国已有 82 个省级、副省级和地级政府构建了数据开放平台；全国开放数据集总量也从 2017 年的 8398 个迅速增长到 2019 年的 62801 个。在科技领域，形成了以中国科技资源共享网（www.escience.org.cn）为龙头、以 51 家国家科学数据中心和资源库（馆）等国家科技资源共享服务平台为引领、以科研机构及地方公共服务平台为补充的多层次、多领域、全方位的科技资源开放共享格局。针对我国开放数据及资源共享的快速发展，迫切需要构建与之相适应的多层次、多领域、差别化的评价评估指标体系。这方面可以借鉴国际开放数据评估指标体系，在开展自评的同时融入全球开放数据运动。

我国政府在数据开放共享实践中先后发布了《科学技术进步法》《促进科技成果转化法》《促进大数据发展行动纲要》《中华人民共和国政府信息公开条例》等法律法规，国家部委、各地方政府围绕政府数据公开、科技资源共享等出台了配套的法规政策和管理办法，各层次各领域也在数据中心、数据开放管理平台建设等方面取得了显著成绩。但与欧美等发达国家相比，我国在政府数据开放的程度、运行效率和保障体系方面仍有不少差距。一方面表现在基础条件上，主要表现在我国在该领域的法律制定、技术支撑、标准制订等方面稍显滞后；另一方面表现在管理和观

念上各级政府开放共享数据的动力不足。法律法规、技术标准、软硬件等基础性条件可以有序改进和优化，而观念的改变则是一个长期的过程。通过采用评估技术对我国数据开放与共享情况进行详细和精确的效果评估、反馈和问责，是促进观念改变、推动大数据开放与共享的一个有效手段^[10]。针对我国开放数据及资源共享的快速发展，迫切需要构建与之相适应的多层次、多领域、差别化的管理体系和评估评价体系。

在宏观层面，要构建全国性的、反映整个国家开放数据工作全貌特征的评估指标体系，各指标、权重、计算规则要在较长的时间内保持一定的稳定性，因此相关指标应具有基础性、全局性、稳定性的特征。笔者认为，可重点参考开放数据晴雨表和全球开放数据指数指标体系，通过评估开放政策和法律基础、社会生态、政府义务和发展趋势等要素，对数据开放工作的系统性、环境的完善程度和具体执行情况进行全面评价，进而对我国数据开放工作所处的阶段做出科学的判断，为相关工作的推进提供有效的指导。从评估的方法看，宏观层面的评估很难做到完全量化，必须充分注重人工的评估意见，因此必须多角度、全方位地征集用户意见，尽可能降低主观评判过程中造成的偏差。

在中观和微观层面，要构建针对具体工作、反映开放数据工作效果的评估指标体系，各指标权重要根据具体情况进行动态调整，因此相关指标应具有适用性、可量化的特征。笔者认为，可重点参考欧盟开放数据成熟度仪表盘、欧洲开放

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.
 - [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/201704/22064238rbey.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] 程革, 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.