

地平线扫描中数字空间概念原型构建研究

张英杰 白 晨 朱礼军 旷诗媛
(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 地平线扫描是对各类信号进行动态获取的感知、分析和评估过程, 已被广泛应用于政府或组织的政策制定、科技管理决策等。本文总结梳理了工业界、图书情报界和认知心理界对数字空间存在的认知和实践差异, 初步界定了数字空间的概念边界; 以波普的“三个世界理论”为基础, 梳理了地平线扫描框架和通用流程, 提出了数字空间概念模型, 总结了引擎搜索型、社区共识型和权威规则型 3 种构建模式, 形成数据空间、共识空间和政策治理空间, 共同构成地平线扫描中的数字空间。

关键词: 三个世界理论; 地平线扫描; 数字空间概念原型; 引擎搜索型构建; 社区共识型构建; 权威规则型构建
中图分类号: G255.21 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.06.001

Concept Prototype of Digital Space in Horizon Scanning

ZHANG Yingjie, BAI Chen, ZHU Lijun, KUANG Shiyuan

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Horizon scanning is a process of perception, analysis and evaluation for dynamic acquisition of various signals. It has been widely used in policy-making, science and technology management and decision-making of governments or organizations. This paper summarizes the differences in cognition and practice of digital space among industry, library and information industry and cognitive psychology, and defines the concept boundary of digital space. On the basis of Popper's "Three Worlds Theory", this paper combs the horizon scanning framework and general process, puts forward the concept model of digital space, and summarizes three construction modes: engine search construction, consortium collaborative construction and authority regulatory construction, which can be used to form data space, common knowledge space and policy governance space, which together constitute the digital space in horizon scanning.

Keywords: theory of three worlds, horizon scanning, concept prototype of digital space, search engineering construction model, consortium collaborative construction model, authority regulatory model

0 引言

地平线扫描是对各类信号进行动态获取的感知、分析和评估的过程。相关主题早在 2008 年

安索夫 (Ansoff)^[1]正式提出, 后来被广泛应用于企业商业环境扫描、政府决策评价与规划、未来技术预测等领域。英国、美国、日本、新加坡等国家建立了地平线扫描中心^[2], 为公共部门直接

作者简介: 张英杰 (1979—), 男, 中国科学技术信息研究所副研究馆员, 研究方向: 科技大数据管理与服务; 白晨 (1980—), 女, 中国科学技术信息研究所副研究员, 研究方向: 科技资源管理 (通信作者); 朱礼军 (1973—), 男, 中国科学技术信息研究所研究员, 研究方向: 科技资源管理、科技服务; 旷诗媛 (1997—), 女, 中国科学技术信息研究所硕士研究生, 研究方向: 地平线扫描。

基金项目: 国家重点研发计划项目“颠覆性技术感知响应平台研发与应用示范”课题“地平线扫描系统” (2019YFA0707202); 中国科学技术信息研究所重点工作“面向中信所资源大数据建设的多源异构数据库内容获取与融合平台建设 (三期)” (ZD2020-04)。

收稿时间: 2020 年 10 月 23 日。

提供跨部门的优先设计和战略结构,评估各类潜在风险,突出政策综合选项,提供有效的政策依据。

然而,随着数字经济时代的到来,地平线扫描的外部环境发生了数字化变革,地平线扫描的数字化程度大幅提升。这既为地平线扫描工作带来了挑战,也为拓展地平线扫描实践创造了难得的发展契机。面对地平线扫描工作,急需界定在数字经济时代背景下数字空间的基础概念、边界范畴、构成要素和运行机理,从而支撑发展地平线扫描的理论、工具、资源和方法。为此,本文以波普(Popper K R)的“三个世界理论”^[3]为基础,分析地平线扫描所面临的环境变革,从数字孪生、数字图书馆和数字心理感知3个视角分析数字空间概念的内涵边界,进而在梳理地平线扫描框架和通用流程的基础上,构建面向地平线的数字空间概念原型,为后续地平线数字空间构建提供支撑。

1 数字空间的概念界定与认知

“三个世界理论”是哲学家波普(Popper K R)高度提炼后的理性产物。他提出存在3个世界:物理世界(世界1),指的是客观世界的一切物质客体及其各种现象;精神世界(世界2),指的是一切古今中外的主观精神活动(对个人来说就是他个人的主观精神活动);客观知识世界(世界3),指的是人类精神产物的世界。受其理论影响,情报学界的布鲁克斯形成了情报学的知识学派。国内的情报学者也从不同角度对“三个世界理论”进行了阐释和发展,如王雪松等^[4]认为其不能成为情报学发展的理论基础,对“三个世界理论”进行了批判;而宋艳辉等^[5]、王立良等^[6]在梳理“五计学”融合发展,尤其是“知识计量学”理论基础时,则将其作为理论基础之一,突出了知识世界的独立性、可度量性。王飞跃^[7]依据波普的“三个世界理论”,提出伴随着智能技术和智能产业时代的到来,在物理世界和心理世界之外,还有人工世界,它是智能技术为代表的世界,其中的大数据变成了资源,人口、智力也

都变成了资源,这个人工世界基本与“客观知识世界”等同。

空间是一个相对概念。数字空间在数字经济时代正在发展成为一个具化的存在,其相关概念在不同业界尚未取得共识。每种信息来源都有其固有的特点,每个人都有不同的感知方式,由此导致在不同的领域都有着不同的“数字空间”认知。如在设计领域,设计师应用最新的虚拟化、可视化技术建立数字空间,目的是为用户提供一种沉浸式、多视角的新型体验,数字空间成为一种对耗时、高昂的设备依赖体验的智能替代方案^[8];在心理学领域,研究人员在持续探索着数字的SNARC效应^[9],从认知角度突出了数字的空间属性;在数字孪生领域,工业研究人员试图利用虚拟技术、数字化技术、物联网技术建立能够仿真模拟物理世界的数字空间,这里的数字空间是对等于物理世界的一个平行世界;在数字图书馆领域,个人数字空间成为泛在知识环境下图书馆开展个性化服务的有益尝试^[10],它是以个人需求为核心的资源和服务供应方案。为了应对数字经济时代地平线扫描所面临的数字空间构建问题,本文将从数字经济、数字图书馆和心理认知表征3个视角梳理和探讨数字空间的概念内涵和范畴边界,分析研究其相关的问题,提出数字空间概念模型。

1.1 数字经济视角下的数字空间

为应对全球数字经济发展,各国都推出了各自的数字经济发展规划,提出要建设自己的“数据空间”或“信息空间”。2017年8月,俄罗斯出台的数字经济规划^[11]在信息基础设施方面提出“建立高效的数据收集、处理和存储体系”;在信息安全方面提出要“确保俄罗斯联邦各层级信息空间信息通信基础设施的统一性、稳定性和安全性”。欧盟的数字空间建设起源于德国的工业4.0计划。2020年2月,欧盟推出的《欧盟数据战略》提出本着“使欧盟成为数据驱动的社会榜样”的宗旨,面向工业(制造业)、环保、交通、医疗、金融、能源、农业、公共管理和技能领域构建9个欧洲共同数据空间,以应对战略性部门

和公共利益领域的数字应用，每个欧洲共同数据空间将由大规模数据池、数据交换与应用所必须的技术工具、基础设施组成。同时，欧盟建立了欧洲共同数据空间监管框架，如图 1 所示，既有适用于所有数据空间的横向框架，又有适用于单个数据空间的特别规定。前者由各个数据空间的共性决定，例如考虑到涉及领域的重要性，所有欧洲共同数据空间都应遵循网络安全最高标准。后者由与公众利益的相关度决定，例如医疗领域的监管规则可能较制造业更为严格^[13]。

我国在 2012 年以来，各级政府纷纷设立大数据局，开展了一系列的数字化实践，以应对大数据时代的变革，加强对数字资源的统筹，提高对数字空间的治理水平。刘春呈^[14]从“数字边疆治理”的角度，提出不能忽视大数据资源不断积累而形成的虚拟数字空间治理。潘云鹤^[15]则从人工智能发展的角度，提出人类活动正在进入有“数字空间”参与的“三元空间”时代。米加宁等^[16]认为第四次工业革命引发了政府形态变革，正在从工业化阶段以“物理空间”为特征的政府形态向大数据时代以“数字空间”为特征的政府形态转变。

在数字经济视角下，数字空间体现为面向多领域、多主体的共享、安全、治理，是客观物理世界治理在数字经济形态下的延伸和演化，突出了数字空间的“数据”属性，其目的是发挥数据的潜在作用，支撑应用协作治理模式，发展新兴商业生态。

1.2 图书情报视角下的数字空间

图书馆跟空间概念一直密不可分，通常将其

定位于一个“多元化的资源利用空间”^[17]，也可以把图书馆作为“重新思考的空间”^[18]，即“数字学习空间”^[19]，甚至可以是一个集合各类数字扫描设备、3D 打印机及专业软件为一体的“创新空间”^[20]。

早在 2002 年，美国麻省理工学院图书馆（MIT Libraries）和美国惠普公司实验室（Hewlett-Packard Labs）合作开发推出了一个数字资产管理系统，命名为 DSpace（数字空间），它可以收集、存储、索引、保存和重新发布所有类型的数字内容，包括文本、图像、运动图像、mpeg 和数据集。DSpace（数字空间）定位是面向学术，非营利机构和商业组织构建的开放式数字存储库软件系统^[21]，提供了使信息公开可用且易于管理的方法，如图 2 所示。

随着数字图书馆的发展，李海瑞^[22]提出了泛在知识环境下个人数字空间构建，认为个人数字空间是利用数字化、智能化技术满足用户个性化需求的特定空间，强调各类智能设备的运用，突出满足用户的个性化需求。近年来，数字学术空间发展迅猛，不仅代表着图书馆以自我发展和用户服务为导向的空间格局变化，也反映了图书馆服务理念与服务模式的转变^[23]。

在数字图书馆视角下，数字空间首先是一种数字资产的存储，突出了图书馆的“储藏”属性；其次代表着一种个性化交互服务资源的集成。其中，数字学术空间正在成为科研领域的新兴发展方向。

1.3 心理认知视角下的数字空间

数字和空间存在着密切的关联。数字空间表

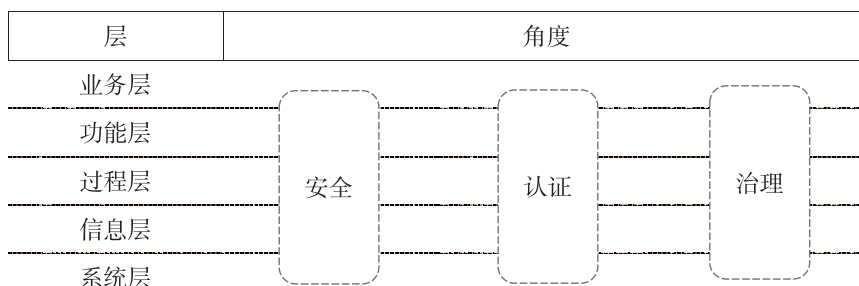


图 1 欧盟国际数据空间框架^[12]

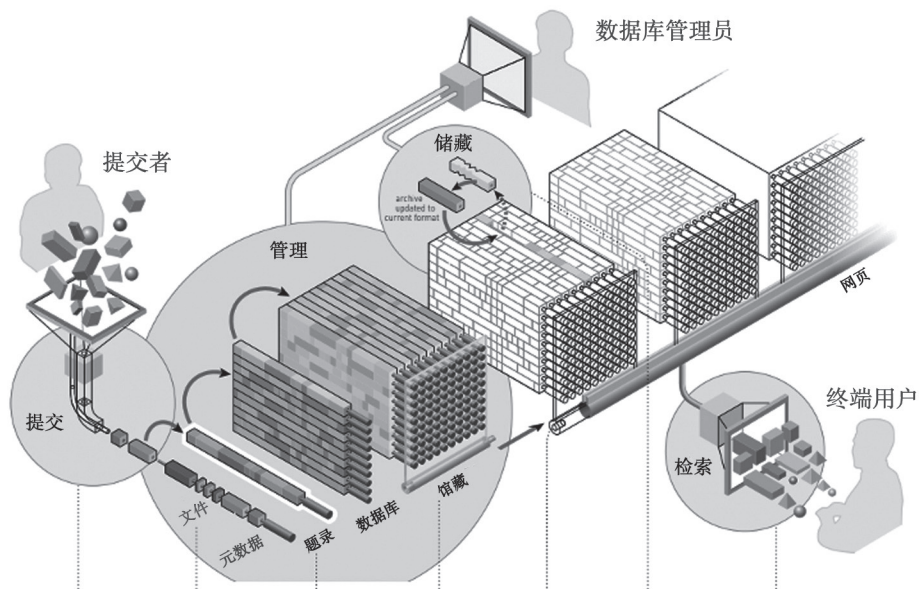


图2 DSpace数字空间示意图^[21]

征问题一直是心理学的研究热点，后续又引起了神经学、教育学领域专家学者的关注。受客体空间属性的作用，大量研究证实了抽象的数字概念与空间信息存在着某种关联，如图3所示。1880年，Galton首次提出抽象数字具有空间特性。后来，Dehaene等^[25]把这种描述数字和空间方位间的关联称为空间数字反应编码联合效应（SNARC effect）。针对SNARC效应，国内外学者采用实验方法进行了大量验证，对数字—空间的关联机制^[26]、注意力转移^[27]、关联的可变性^[28]等问题进行了深入研究。后续研究也发现，除了数字之外，不同的语种^[29]，不同的书写方式^[30]等都存在着SNARC效应。

在心理认知视角下，数字空间代表了心理认知的“神经”属性，这方面的研究开辟了数字—空间关联研究的新方向，强调由于数字空间表征的不同，造成的物理世界在精神世界和知识世界的差异化反映。

由此可见，在不同的领域，数字空间的外延各有不同。在数字经济时代，数字空间表现为针对物理世界和精神世界的行为、活动，利用各类数字化手段和技术，通过要素数据进行感知、描述、行动的数字化空间。从地平线扫描的角度来看，数字空间具有数据属性、储藏属性和认知属

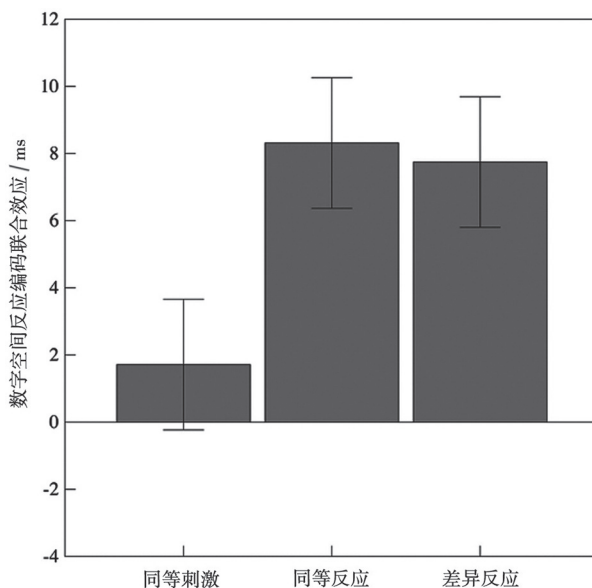


图3 数字空间反应编码联合效应示意图^[24]

性三大特征。

数据属性是数字空间的数据维。万物皆可数字化，皆可被度量。当传统铅字变成数码文字时，当位置方位变成数字地图时，当工业制造变成数字工厂时，各类传感技术、物联网技术正在将整个世界快速数字化为数据，数据成为了数字空间的基础。

储藏属性是数字空间的空间维。各类要素对象在数字世界表现出的点、线、面共同构成了数

字空间的空间维度特征。同时，这些点（一维）、线（二维）、面（三维）的维度勾勒形成了地平线扫描的范围边界。

认知属性是数字空间的心理维。在数字化过程中，由于各类数字化技术和方法、数字化呈现的不同，用户会形成不同的心理认知，进而影响未来的评估工作，乃至决策行为。

2 数字空间的构建

2.1 通用框架

地平线扫描的重点是在相关组织的“预见范围”内生成可操作的情报和预见力。扫描类别的选择和数量会影响所收集信息的种类和深度。在地平线扫描的通用框架中，PEST（政治，经济，社会和技术因素）是一种流行的地平线扫描框架。取决于扫描的具体需求，还会增加其他类别，如环境因素（STEEL）、法规而非政治因素（STEER）、法律和道德（PESTLE）以及人口统计（PESTLED）因素^[31]。

STEEP（社会，技术，环境，经济，政治因素）是用于简单扫描和外部环境分析的流行框架，适用于短、长期范围以及局部和全局问题的扫描。尽管STEEP似乎足以进行许多短期组织的预见，但当人们进行更长期的技术或全球预见时，都必须在分析中添加科学类（Science）。如图4所示，STEEPS（科学，技术，环境，经济，政治，社会因素）相比于STEEP更为符合当下

的需求，更为有用，也更能体现全球视野下的变革。因此，STEEPS是当今扫描的最好缩写，这6个因素代表了优先关注的前瞻性领域。科技将继续是加速现代文明变革的主要动力。通用科学知识是当今地球上发展最快的系统。此类预测的技术事件之间的关键差异在于技术所基于的科学状态，即理论科学、R&D投入以及目前正在进行的实验的类型和质量。

如图5所示，英国在开展地平线扫描实践中，为了评估科技的长远影响，分别从短、中、长期的时间维度和低、中、高的影响力维度，划分出三种不同的扫描模式，代表需要当前采取行动类别，扫描模式2代表了需要纳入战略考虑的可见趋势，扫描模式3则代表了弱信号信息，需要进行规划。

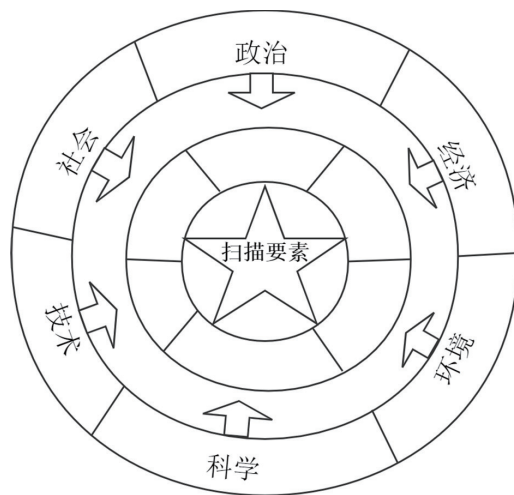


图4 STEEPS地平线扫描框架示意图

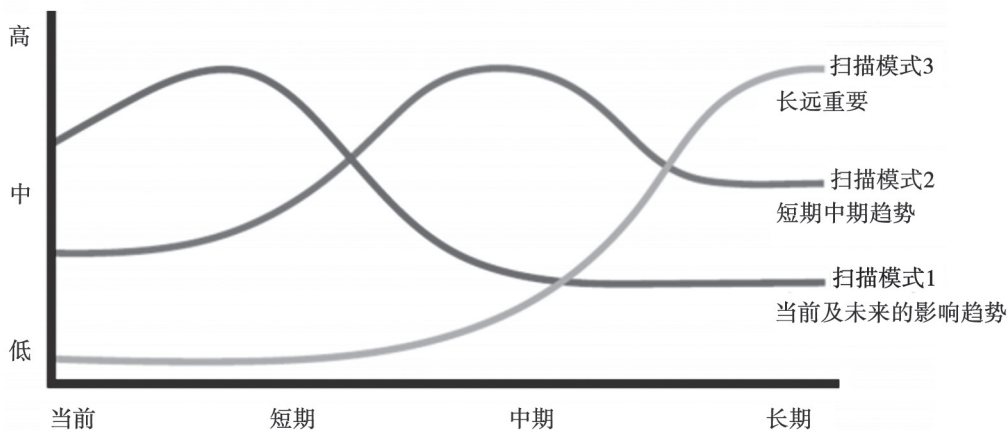


图5 地平线扫描模式—时间周期维度^[32]

2.2 通用流程

地平线扫描实践因需求和目标不同,在具体流程和方法上存在诸多差异。通常情况下,地平线扫描的一般流程大致包括6个步骤,如图6所示,涵盖了从定义需求到决策行动的过程活动^[33]。在德国弗劳恩霍夫应用研究促进会提交给欧盟的《地平线扫描模式》报告中,将地平线扫描的流程分为10个步骤,如表1所示。

2.3 数字空间概念模型

2.3.1 数字空间概念模型的提出

在STEEPS(社会,技术,环境,经济,政治,科学因素)通用框架中,科学和创造性实验共同推动、影响其他EEPS类别变更,故而EEPS类别的排名更为随意。

在数字空间构建的过程中,主要是根据地平线扫描的业务场景,结合数字空间的维度特征,对数字空间的构建进行探索。数字空间不仅要物理世界的数字化映像,还要完成对人类精神世界的产物进行数字化映像,物理世界的数字化信

息,更要反过来实时驱动物理世界,而且进化为物理世界的先知、先觉。扫描则是获取上述两个世界信息的必要手段,通过扫描获取特定主题和方向的趋势、驱动力、弱信号、突发意外事件、非连贯性等特征维度,从而支撑精神世界开展先知先觉活动,相关扫描输出结果进而又反馈于上述两个世界,如各类数据源的调整优化、扫描维度的调整等。

在地平线扫描的业务场景中,通过融合地平线扫描通用框架STEEPS(社会,技术,环境,经济,政治,科学因素)要素,数字空间的概念模型凝练了各要素的数据属性、储藏属性和认知属性,提出了引擎搜索型构建、社区共识型构建和权威规则型构建3种构建模式,形成数据空间、共识空间和政策治理空间,共同推动地平线扫描过程中数字空间的形成与演化,如图7所示。

2.3.2 引擎搜索型构建模式

引擎搜索型构建主要依托各类互联网数字资

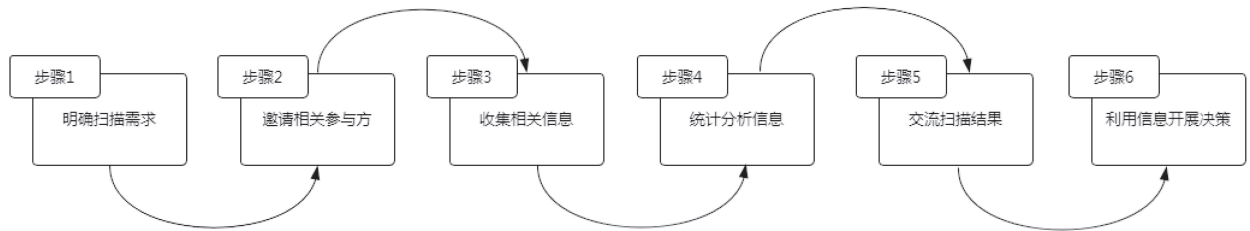


图6 地平线扫描流程图

表1 地平线扫描流程^[34]

步骤	阶段工作内容描述
1	搜索,获取概貌
2	定义具体的扫描领域
3	表征扫描领域
4	选择待扫信息源和扫描方法,并进行扫描
5	更细致地按扫描方案搜索
6	针对上下文(情境)进行搜索
7	专家对话
8	意义建构(将所得搜索结果进行迁移和变通)
9	扫描产品/报告的制备和设计
10	扫描产品/报告的流通和使用

源，利用各类互联网技术、大数据技术、人工智能技术对不同来源的数据进行集成整合、分析可视化，揭示所扫描对象或领域的趋势特征，数据搜索引擎是扫描的主要工具。它在本质上是数据驱动型，是对各类显性知识、已知世界的数字化构建。在Butter的SESTI扫描模式中，提出了探索式扫描流程，较好地体现了引擎搜索型构建，如图8所示。

2.3.3 社区共识型构建模式

社区共识型构建主要面向国际前沿，尤其是

一流科研机构、一流学者，是对各类隐性知识、未知世界的扫描，访谈、论坛等交流手段是这类对象的主要扫描工具。在美国，据统计，95%的博士毕业生不会在顶尖杂志发表文章，而顶尖杂志的90%的文章是1%的学者写的^[35]。以美国杜兰大学为例，其学术成果主要是由占师资队伍5%的教授完成的，其余95%的教师学术论文成果方面的产出微不足道。因此，这种情况就导致无法通过单一引擎搜索型构建完成对国际顶级前沿信号的识别和发现。对95%的一流顶级学

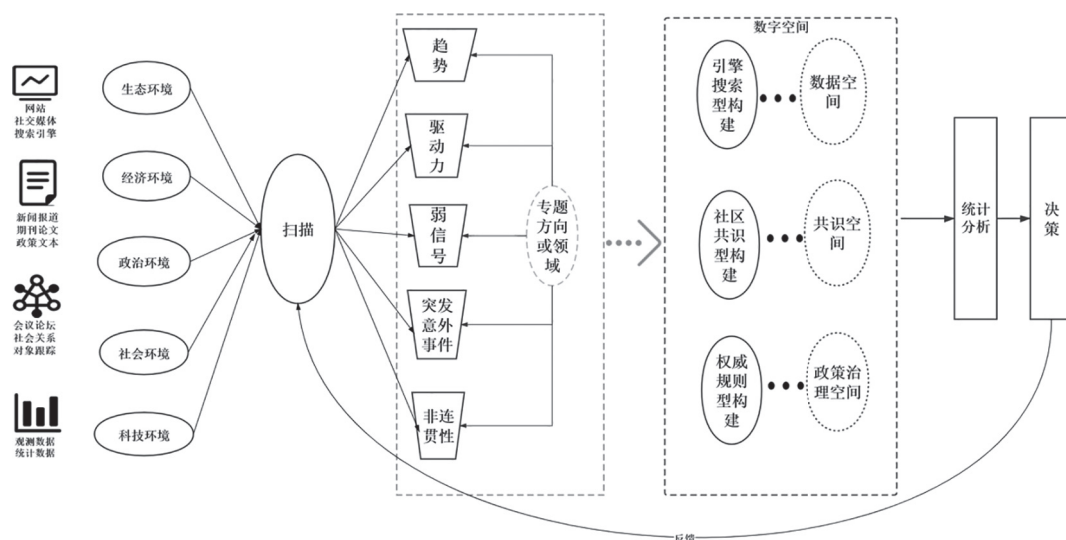


图7 数字空间概念模型

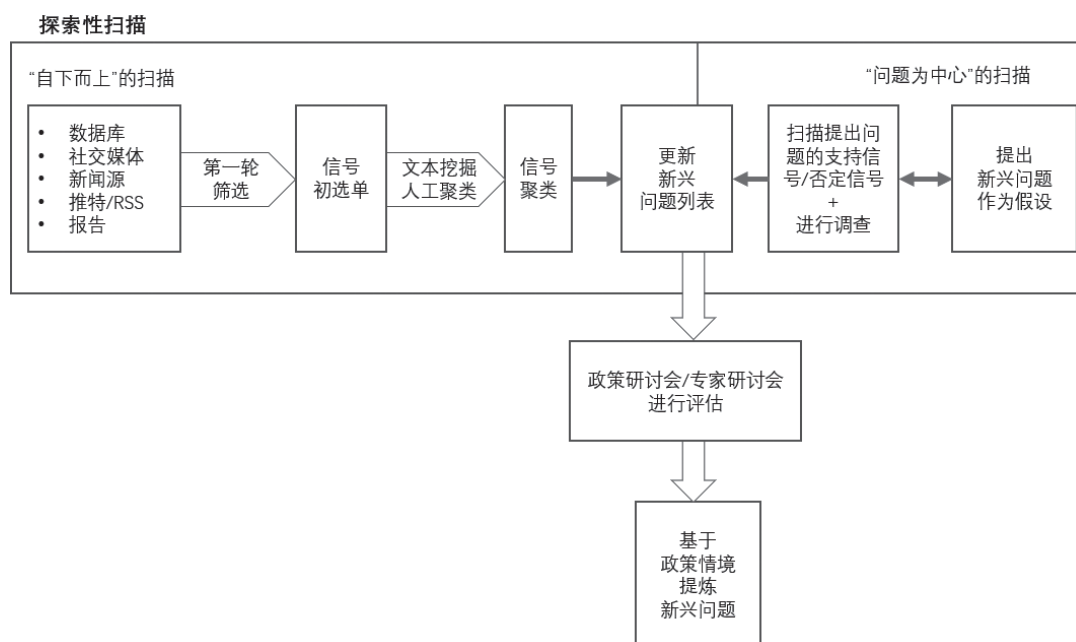


图8 探索式扫描流程

者,更多的还是需要通过结合各类传统学术交流和新兴社交媒体等社会交流手段,完成对各类隐形知识的显性化,从而完成对社区共识数字空间的构建。如日本在绘制2040年“科学技术发展下社会的未来图景”时,就整合了近万名专家的意见,形成了未来图景的共识。

2.3.4 权威规则型构建模式

权威规则型构建主要面向政府、自治协会等对象,它们的主要产出是各类政策文件,拥有各自明确的业务流程与规则,程序性治理要求比较完备。各类内参、简报、白皮书、行业发展报告是其主要的扫描对象。政策吹风会、研讨会成为政策治理空间的主要扫描手段,在政策治理空间中,体现了更强的权威性、规则性。如国际航空运输协会(IATA)发布的《航空业人工智能发展白皮书》,国内各类针对专业领域或区域统计的企业数据直采系统。

在地平线扫描业务中,以上3种数字空间的构建模式可灵活结合,针对不同对象和不同阶段,独立或组合实施。数据空间可以通过引擎搜索型方式进行构建,共识空间则可以通过社区共识型方式构建,政策治理空间则可以依托权威规则型方式构建。3种构建模式组合实施,可从不同角度形成覆盖完整的数字空间。

3 总结

地平线扫描目前已被广泛应用于为政府或组织的政策制定、科技管理决策等提供有效的现实依据等。受人类数字化进程的不断深化,地平线扫描的内外部环境都在发生着变革。通过本文的总结梳理,可以有以下几点发现。

(1) 针对数字空间,发现工业界、图书情报界和认知心理界对数字空间存在很大的认知和实践差异,本文从对象世界的分布特征、数字化技术水平和用户心理认知3个维度对数字空间进行全面认知,突出了其中的数字化技术和数据要素手段。

(2) 针对地平线扫描框架和流程,依托“三个世界理论”,总结了从PEST(政治,经济,社

会和技术因素)到STEEP(政治,经济,社会,技术和环境因素),再到STEEPS(政治,经济,社会,技术,环境和科学因素),突出了科学因素在地平线扫描中的长期性、战略性、全局性影响。

(3) 针对数字空间概念模型,在融合地平线扫描通用框架要素的基础上,总结提出了引擎搜索型、社区共识型和权威规则型3种构建模式,形成数据空间、共识空间和政策治理空间,共同推动形成了数字空间。

参考文献

- [1] ANSOFF H I. Managing strategic surprise by response to weak signals[M]. New York: Taylor & Francis, 2008.
- [2] TREASURY HM. Science and innovation investment framework 2004-2014: Next steps[R]. London: HM Treasury, 2006.
- [3] IRZIK G. Popper's epistemology and world three [M]// The concept of knowledge. Berlin: Springer Netherlands, 1995.
- [4] 王雪松,丁久辉.情报学方法论与波普尔“三个世界”理论的研究综述[J].情报探索,2011(3): 21-23.
- [5] 宋艳辉,邱均平.从“三计学”到“五计学”的演化发展[J].图书馆论坛,2019,39(4): 5-11.
- [6] 王立良,李琰,宋艳辉.知识计量学与“五计学”的关系辨析[J].科研管理,2018,39(S1): 372-377.
- [7] 王飞跃.生成式对抗网络GAN的研究进展与展望[EB/OL]. (2017-08-24)[2020-10-23].<http://blog.sciencenet.cn/blog-2374-1072502.html>.
- [8] Digitalspaces[EB/OL]. [2020-10-23].<https://digitalspaces.io/>.
- [9] 杨金桥.数字物理特征对数字空间表征的影响[J].心理研究,2011,4(4): 44-48.
- [10] 毕强,韩毅.泛在知识环境下数字图书馆知识空间构建研究[J].情报科学,2008,26(7): 971-977.
- [11] 俄罗斯政府正式批准《数字经济规划》(全文).[EB/OL]. (2017-08-21)[2020-10-23].<http://www.ccpitecc.com/article.asp?id=7438>.
- [12] IDS-Reference-Architecture-Model-3.0 [EB/OL]. (2019-03-28)[2020-10-23].<https://www.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/2019/03/IDS-Reference-Architecture-Model-3.0.pdf>.
- [13] 欧盟发布《欧洲数据战略》[EB/OL]. (2020-09-