

# 数字化社会的系统复杂性研究\*

王芳 郭雷

**摘要:**数字化时代造就了前所未有的社会系统复杂性。本文首先从演化复杂性、认知复杂性与调控复杂性3个方面,系统阐述了数字化社会的系统复杂性特征和内涵。一是“人在回路”中解析化的感知计算、网络化的泛在关联、智能化的博弈演化,不断加剧社会系统演化复杂性;二是物理世界与信息空间融为一体,虚实世界中的自主性、可靠性、公正性,挑战着人类的复杂性认知能力;三是技术发展应用与社会价值追求的冲突与协调,构成调控复杂性的底层逻辑,进一步体现为主体平衡性、价值协同性、发展统一性3个层面。在此基础上,本文进一步提出对数字化社会复杂系统调控的若干原则和相应策略。系统复杂性研究将有助于认识和把握数字化社会系统的基本规律,避免发展的异化。

**关键词:**数字化社会 复杂系统 系统复杂性 社会价值 社会治理

## 一、数字化社会复杂系统

21世纪,人类社会进入数字化时代,正如习近平总书记所指出的,“数字技术正以新理念、新业态、新模式全面融入人类经济、政治、文化、社会、生态文明建设各领域和全过程,给人类生产生活带来广泛而深刻的影响”<sup>①</sup>。国家“十四五”规划纲要提出要加快建设数字经济、数字社会、数字政府,以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。以数字技术与信息网络的广泛应用为基础,以促进公正与效率更加统一为目标的数字化社会新形态正在形成。社会形态的深刻变革,为数字化社会治理带来一系列前所未有的新挑战。党的十九大报告提出,要打造共建共治共享的社会治理格局,加强社会治理制度建设,完善党委领导、政府负责、社会协同、公众参与、法治保障的社会治理体制,提高社会治理社会化、法治化、智能化、专业化水平。为更好的实现这一目标任务,就需要对数字化社会的演化与调控规律进行深入研究,助力传统“社会管理”向“社会治理”的转型,实现数字化社会的“良法善治”。毫无疑问,这是复杂的系统工程,需要从复杂系统的视角来深入认识和把握。

一方面,从社会系统发展动力来看,数字技术正有力推动着社会生产力发展。早在19世纪60年代,马克思在其《经济学手稿》(1861-1863)中即指出,提高劳动生产力的主要形式是:协作、分工和机器或科学的力量应用等。当今数字技术正是以解析化、网络化与智能化等为基础推动着社会生产力水平的迅猛提高。近年来,我国数字经济占GDP的比重逐年提升,2021年已达到39.8%(中国信息通信研究院,2022),数字经济在国民经济中的地位进一步凸显。

另一方面,从社会系统的结构功能或状态变化来看,数字技术造就了前所未有的社会系统复杂性,带来一系列挑战性问题。移动通信、复杂网络、大数据、人工智能、区块链、云计算等信息技术的突破,从深度与广度上不断推动物理世界与人类社会的融合、现实世界与虚拟世界的融合,人机融合智能的水平不断提升,形成“信息—物理—社会”耦合性越来越强的复杂动态系统,同时驱动了社会治理模式和方法的深刻变革。然而,人本身的局限性与科技的不确定性交互影响,技术红利与社会风险共生,智能增强与认知盲区共存,技术赋能与功能异化并现,深度解析与泛在关联并行。具言之,人们既享受着万物互联带来的快捷便利,也面对着“第三只眼睛”的监控影响;既感受着智能增强的体验,也可能面临深度伪造的误导;既被智能自动化减轻了体力和脑力劳动,又可能产生惰性依赖或功能性衰退;既可以在网络上自由表达意愿,也可能被“民意”绑架乃至遭

\*本文得到国家自然科学基金(项目号12288201)的资助。感谢狄增如、洪永淼、汪寿阳、王红卫、杨晓光、于景元等教授的宝贵意见。

到网暴；既受益于数字化红利，也可能面临“数字鸿沟”或新型不平等。总之，与一般社会治理相比（王勇等，2019），数字技术的利弊共生和人机融合程度的不断加深，带来数字化社会治理的一系列新的机遇和挑战。

与此同时，科学技术已经在时空多尺度多层次上广泛进入研究复杂性与调控复杂系统的时代（郭雷，2016），复杂性科学已经成为当今科学技术的发展前沿，并在社会科学与社会治理等领域引起广泛关注（亚瑟，1999；钱学森，2007；狄增如、李睿琪，2019；乔天宇、邱泽奇，2020；拉泽等，2020；陈云松，2022；杨晓光等，2022；董等，2022）。特别地，大数据推动了复杂经济系统研究的范式和方法的变革（洪永森、汪寿阳，2021），促进了计算法学的兴起和广泛关注（申卫星、刘云，2020；季卫东，2021；左卫民，2022），复杂系统管理也成为一类新范式（盛昭瀚、于景元，2021）。科学方法的跨界融合不再停留在哲学层面，在数字技术的助推下，复杂性科学的思想和方法已日益成为各领域沟通的重要桥梁。

复杂性科学是关于复杂系统结构、环境与功能之间普适性关系，以及演化与调控一般性规律的科学，提供了深刻认识和调控当前数字化社会复杂系统的基础性视角。需要指出的是，本文所说的复杂性不是通常所说的计算复杂性和描述复杂性等概念，而是指系统复杂性。我们认为，系统复杂性是指多样性与一致性的辩证统一性，统一于系统功能。这样定义的系统复杂性体现了系统论的精髓（郭雷，2016），因为正如钱学森所指出的，系统论是还原论与整体论的辩证统一（钱学森，2007）。多样性是指系统的组分或子系统自身和（或）相互关联的异质性，多样性的存在是系统具有活力、创造力和进化能力的基础；类似于协同学中“序参量”的作用，系统中一致性要素的存在性是系统能够形成一定秩序和功能的基本条件。正如马克思（1867）所言，“一个单独的提琴手是自己指挥自己，一个乐队就需要一个乐队指挥”。系统复杂性形成相应的系统复杂态，决定了系统中“秩序与活力”统一的形态，并服务于系统功能。进一步，由于“任何系统的持续存在都有组分的最小多样性”（希金斯，2021），我们可以将保持系统整体功能所需的最小多样性定义为系统复杂度。从系统复杂性的角度研究社会系统，更加关注多样性异质主体的行为，以及异质主体间相互关联与相互作用的动态平衡过程，并从动态平衡性与系统整体功能之间相互影响的角度，分析数字化社会复杂系统。这种多样性与一致性辩证统一的系统复杂性视角，有助于深入理解和把握系统“秩序与活力”相统一的演化与调控规律，克服传统局部化、线性化与静态化等研究方式的不足。

系统复杂性可以进一步从演化复杂性、认知复杂性与调控复杂性三方面展开，分别从系统的本体论、认识论、方法论层面理解复杂系统的基本规律，是系统学中的系统演化论、系统认知论和系统调控论（郭雷，2016）的逻辑深化，为数字化社会复杂系统的演化与调控规律研究提供了基本视角。在这一视角下，本文将重点探讨数字化社会系统的演化复杂性的基本特征、认知复杂性的深层挑战、调控复杂性的底层逻辑，提出“以人为本”基础上的若干调控原则和策略，包括一般适配原则下的平衡性调控原则、协同性调控原则、统一性调控原则等。值得指出，本文的研究并不以某种假定的未来数字化社会的形态为前提，所提出的调控策略也应随着数字化社会的演化而适应性演化。

## 二、演化复杂性

数字化社会中，解析化的感知计算、网络化的泛在关联和智能化的博弈演化，使得“信息—物理—社会”系统（Cyber-Physical-Social Systems）复杂耦合程度越来越强。其演化复杂性至少具有两个方面的主要特征：一是“人在回路”（Human in the Loop）中“人人—人机—机机”的合作与竞争、互补与协调的复杂态演化；二是以微观深度解析与宏观泛在关联“双向”不断增强为基础的多样性与一致性动态统一的复杂态演化。

系统的演化，本质上是系统从多主体行为及其关联结构到整体功能的组织与演化。如果在不存在系统外部力量的主导或干预的情况下，系统内部各主体之间能够按照某种关联规则形成一定的结构或功能，则这种现象称为“自组织”；否则，称为“他组织”。多数情况下，社会系统中的组织行为是两者的混合，但在数字化社会中，网络化的泛在关联使得社会“自组织”现象更容易产生。通常所说的“ $1+1\neq 2$ ”是指复杂系统组织性功能的基本特征。当“ $1+1>2$ ”时，一般称之为“涌现（Emergence）”。对于“涌现”，我们可以理解为系统功能不能还

原为其不同组分自身功能的简单相加,同时也表明系统的多样性组分之间的相互关联可能涌现出意想不到的新功能。进一步,从“ $1+1>2$ ”的基本特征可以得到“ $1<1/2+1/2$ ”(不等式两边同“除以”2)(郭雷,2020),这是两个“等价”但不等义的“不等式”。后者的意义可以解释为:系统经过适当分类或分工后再有机组合所涌现的新功能,要大于捆绑在一起(或“一刀切”)时的功能。这体现了系统分类或“逆组织”的重要意义。

上述两个关于“涌现”的基本“不等式”,体现了系统演化复杂性的核心思想,分别与前面提到的数字化社会系统演化复杂性的两大主要特征相对应,对理解与分析社会系统复杂结构、状态与功能的演化具有重要意义。

#### (一)解析化的感知计算

就社会系统而言,具有自主性的人是构成社会系统的基本单元。随着数字技术的广泛应用,海量的多维度的可观测的信息使得人和事物的表征尺度或“粒度”被进一步细化、关键特征被进一步解剖和分析,即所谓的深度解析(库克里克,2017)。这一方面当然能够使得对人和社会的观察更加深入、精准和全面,并服务于社会的公正性目的;但另一方面也带来过度“透明化”的隐忧,可能破坏公正性信念,并与信息网络等技术叠加形成难以预料的“涌现”乃至“极化”等现象,为社会系统的演化带来了更大的复杂性和不确定性。

首先,人工智能(AI)及其产生的海量数据,为对社会和每个人进行最大限度的解析提供了可能,人变得越来越“透明化”。暴露在算法视野中的人们不再是传统意义的个体,而表现为不同维度的数据或数据集,比传统的“平均值”信息更丰富和具体,个体的独特性反而使其更容易被识别。有研究指出(库克里克,2017),只要4条随机挑选的一天内某人的行踪信息,研究人员就有95%的把握将他识别出来。通过各种APP的地址标记功能、手机支付功能、搜索浏览功能等,我们的个人信息、生活细节乃至政治偏好,都可实现关联分析。这无疑将带来一系列后续影响,既可以保护个人安全,也可能侵犯个人自由;既可以被用来追查不法行为,也可能造成新的不公正。透明化的个体,正在挑战着“界定个人身份的边界,捍卫自我安全感”(王芳,2012)的隐私权利。

进一步,人们被全方位解析的同时,又根据不同的应用需求被场景化地重构,人的行为很容易在不知不觉中被诱导。这种“解析—重构”的过程如果全部由算法自动完成,一般很难被察觉,很可能使人陷入偏好算法圈出的“信息茧房”,人们以为看到了客观世界,但实际上看到的是被选择过的“他组织”世界。由此,民众的决策也可能无形中被操纵,并通过各种形式的算法激励引向利益集中的地方。根据去年发表的一项研究(杨等,2021),当社会中从众人数的比例超过一个临界值后,群体的选择不一定会是最优结果。不断被诱导的所谓“自主”行为,正在挑战社会选择的民主基础。

#### (二)网络化的泛在关联

以解析化的感知计算为基础,网络化的超级互联使社会系统步入主客体纠缠与万物互联的复杂开放巨系统时代。这一方面为生产生活带来巨大便利,另一方面也蕴含复杂的系统性风险。

信息空间中,信息技术的便利性和泛在性,为各类敏感事件超越时空、极速传播提供了便利,任何敏感事件通过网络化联通和正反馈放大,都可能迅速地与其他事件发生关联而产生级联式“ $1+1>2$ ”的“涌现”,可能引发“极化现象”或“蝴蝶效应”,甚至社会动荡。经济、社会、文化等任何领域的局部风险都有可能外溢为系统性风险,导致前所未有的社会系统演化复杂性。

物理空间中,物联网开启了万物互联的时代,已经在公共通信、能源、交通、水利、金融、公共服务、电子政务、国防科技工业等重要行业和领域广泛存在。但安全与风险问题同样不可避免。一方面,物联网系统可能因其子系统的相互关联性“涌现”,产生难以预料的安全风险并迭代放大。另一方面,物联网系统一旦遭受攻击或局部功能失效,也可能引发系统性风险。2021年美国股市的“游戏驿站”事件和2019年委内瑞拉大范围停电事件,就是例证。

无论信息空间还是物理空间中存在的风险,本质上都是网络化泛在关联导致的“信息—物理—社会”中的安全风险,其中不同空间风险的传导、交织和叠加导致远超过传统社会的安全风险。各国高度重视构建网络

和数据安全法律体系,美国、欧盟等百余个国家和地区都制定了相关法律。在我国,近年来网络安全法、电子商务法、反不正当竞争法、数据安全法、个人信息保护法、科学技术进步法(修订)等法律先后颁布,不断完善新兴技术领域监管的法律体系。

### (三)智能化的博弈演化

数字化社会中的主体不仅是具有自主意识和博弈行为的人,还应逐渐包括各类智能机器、人机融合系统、社会组织和数字平台企业等。能力不断增强的AI系统和被AI赋能的人及组织,既自主又被动、既冲突又合作,形成多主体博弈的演化系统,保持其动态平衡的复杂性不断增强。进一步,数字化社会中“强中心化”与“去中心化”并行。强中心化表现为数据及技术的集中为权力的集中带来了更大可能,去中心化则表现为各类主体的分布式行为及演变的自主性不断增强。如何在“强中心化”与“去中心化”的动态博弈中实现系统功能的统一性,涉及数字化社会系统中政府、社会与市场治理边界的适应与调整,是系统演化复杂性的一个重要体现。

举例来说,大型数字企业正在形成数字空间与物理空间的双重优势,在一定程度上承担了原本由政府承担的治理职能。数字空间中,传统的权力体系并不拥有绝对优势(布雷默,2021)。例如,美国国会山暴乱发生之后,脸书和推特甚至暂停了时任总统特朗普的账户。进一步,借助数字空间的优势,大型数字公司在物理世界中也拥有越来越广泛的权力。他们提供了现代社会运行所需的云服务、云计算,以及电子商务、社交媒体等众多虚拟和现实产品,同时也更加广泛参与了社会治理(樊鹏,2019)。传统的政府与市场治理的边界发生了改变(江小涓,2018)。

然而,技术虽然是中立的,但技术的应用并不必然中立,而取决于人的目的。技术应用的背后,必然承载着某种价值追求,企业资本的逐利本能无法回避。如果技术或平台掌控者利用信息的非对称性和垄断优势破坏公平竞争,或利用人性弱点实现逐利目的,必然衍生出新的经济甚至政治不平等。算法歧视、算法偏见、算法引导的案例已比比皆是。新兴技术领域的各类新经济实践,往往超前于现有法律规范体系和政策范畴。技术商业应用背后的逐利本能,不断挑战着基本权利的底线。如何将新兴“数字权力”切实纳入有效社会监管与调控框架,如何构建相应的政治、经济、法律制度,使得政府、企业、组织和公民在不同层次上的目标追求实现动态平衡,成为问题的关键。为此,包括中国在内的各国政府积极应对,出台了系列的监管法律规范,欧盟议会于2022年7月以压倒性多数分别通过了《数字服务法》和《数字市场法》,重点监管大型数字平台和科技巨头。但是,监管规范往往存在滞后性和不完善性,需要根据技术创新和应用中出现的新问题,及时加以调整修正。这就形成了技术创新与监管规范之间的非对称博弈演化关系。

## 三、认知复杂性

虚实世界的高度融合,是数字化社会的一个突出特征。机器学习等技术的迅速发展使得合成图像、语音越来越逼真,深度伪造已经发展为包括视频、声音、文本、微表情合成等多模态视频欺骗技术。去年“元宇宙(Metaverse)”概念又腾空出世,试图在整合现有信息技术的基础上,开发出与物理世界平行的全息数字世界。虚实世界正在刷新着人类对世界的经验认知,其运行和作用机理更加复杂。

我们认为,虚实世界中的自主性、可靠性与公正性构成了认知复杂性的关键挑战。

### (一)虚实世界中的自主性挑战

自主性是人类理性的基础,更加强调对人的多样性的尊重。而基于人的自主性的自由选择和行为,仍需要遵循社会的一般规则或一致性规范,即多样性与一致性平衡统一的复杂性。

虚拟世界中,人的意志似乎得到了前所未有的自由,但无约束的自由也会反噬自身。虚拟空间中,人们可以暂时脱离固有身份限制,更加自由、平等地交流和充分的表达,乃至可以承载人们超现实的心理慰藉。但同时,由于不必顾及传统熟人社会形成的基本道德伦理规范,从未有过的“隐身感”也在考验人的自我约束力并挑战着现实社会的既有秩序。然而,处在网络中的任何人都没有“金铠甲”,网络也非法外之地。各国均在积

极完善网络信息的治理体系,欧盟近日颁布《数字服务法案》,加大对互联网平台公司监管力度,要求其及时删除非法和有害的在线内容。

然而,对人的自主性更深层次的挑战在于以“自主选择”为表象的算法依赖,构成对自主性的无形桎梏。随着人机协同水平的不断提高和人机融合深度的持续增强,AI由人类的辅助和工具逐渐发展为参谋助手,与人类形成了优势互补的“互助关系”。在长期的人机交互影响中,人可能对各种基于算法的智能系统形成无形的依赖。有研究表明,人类极易受到自动化决策或推荐的影响,而倾向于服从计算判断(卡尔,2015);遑论算法推荐系统也可能通过技术塑造用户的感知和行为,削弱个人独立判断决策的能力(杨,2016)。

算法依赖不仅影响着人当下的判断决策能力,还将从本质上影响人的自主思维能力和创新批判能力。有研究表明,智能手机使人们沉迷于短期回报的碎片化娱乐,更依赖直觉,减少了分析性的思考(巴尔等,2015);而网络搜索正在影响记忆能力,使人记忆的内容越来越少(斯帕罗等,2011)。趋利避害的本性,往往使人迷失于技术诱惑的“黑洞”之中,降低探索与创新的敏感性。进一步,面对基于大数据、超级计算和深度学习的智能算法优势,人的认知局限使得人们越来越难以对算法给出的具体判断或推荐结果进行评判。

#### (二)虚实世界中的可靠性挑战

数字技术的多点突破、综合集成和广泛应用的影响程度,已经远远超出了人的惯性思维和传统社会监管框架。除了传统社会既有的认知可靠性风险之外,数字技术所依赖的数据和算法可靠性挑战,使得数字化社会复杂系统的认知可靠性面临新的风险。

当我们强调“算法为王”时,不能忽视一个最基础的要素:数据。数据作为现实世界的镜像和表征,已成为日益重要的新生产要素。但正是在数据可靠性这一基本问题上,仍存在若干基础性挑战。一是,数据的准确性。对从社会系统及其环境中收集的原始数据进行分析,首要问题是数据的准确性问题。在数据采集、存储、传输与清洗等处理过程中,因可能受到各种主客观因素的限制和影响,如采样局限、传感器误差、噪声干扰和压缩精度等,用于计算的数据难免存在缺失和瑕疵。二是,数据的客观性。尽管从表面上看数据似乎是客观的,但是这些数据来自有人参与的社会系统,不可避免受到其背后某些参与者“博弈”行为(如“上有政策,下有对策”)的影响。即使不存在人为的数据造假,存在也并不等同于合理,很难说观测到的表面数据一定不受人为因素的影响。因而对完全由算法作出的判断和决策需保持必要的警惕。三是,数据的完备性。智能化算法输出的结果往往依赖于数据集所含信息的完备性,而现实数据往往难以满足这一要求。首先,体现在数据中所含的特征因素可能不够全面。以基于裁判文书的司法判决数据研究为例,目前公开的判决书数据对于研发高质量的刑事司法人工智能远远不够,真正记录法官分析过程和实质裁判要素的合议庭笔录、审计报告等内部文书尚无法成为外部研发人工智能的底层数据(李训虎,2021)。其次,数据的保护与利用之间的博弈将不可避免影响数据的可及性及共享程度,从而影响数据的完备性。这涉及数据权属及其流动等数据基础制度的进一步建立与完善。再者,从数学上来讲,数据量大并不意味着信息丰富,数据中所含的信息量不一定能够满足保证算法收敛性和可靠性所需的基本信息条件(郭雷,2020),特别是难以满足传统数据分析所需要的独立同分布等统计学假设。

进一步,在算法设计与应用的每个阶段,从数据集的选择、数据结构化处理、模型集的设计、算法构造与优化计算,到算法输出结果的解释,都离不开人的参与,因此难免存在主观因素,影响算法的可靠性,甚至产生错误乃至异化。但这只是问题的一个方面。从技术层面看,目前以深度神经网络(DNN)为基础的深度机器学习算法在本质上是对系统“黑箱”的功能模拟,只可能发现它所学习的数据之间的相关性,尚不足以揭示内部因果关系(王芳、郭雷,2020)。对于依赖深度机器学习算法的判断和决策而言,目前仍缺乏可靠的理论基础。

#### (三)虚实世界中的公正性挑战

如果说虚实世界的自主性与可靠性问题还停留在个体性或技术性层面,那么这些现象所带来的公正性问题,正在触及社会系统的内核,蕴含潜在的社会风险,构成不可回避的深层次认知复杂性问题的。

一方面,数字技术迅猛发展的今天,由于不同的国家、地区、行业的人群之间对信息、网络技术的掌握和可

及性程度不同,不同的群体和个体之间存在着信息知识的落差、算法应用程度的不同、应用创新能力的强弱,形成所谓的“数字鸿沟”。数字鸿沟的存在可能被某些人用来谋取不正当利益,甚至带来垄断与歧视等新的社会不平等。

另一方面,数据与算法的可靠性局限使得算法决策的公正性难以保证或证实,算法的恶意使用也可能带来恶性循环。如果算法设计本身缺失公正性,则算法决策不仅可能会将过去的异化、歧视或偏见代码化,甚至可能会创造自己的现实,形成一个畸形反馈循环,导致越来越固化的不公正。更加值得警惕的是,如果难以证实与恶意使用叠加,公正性将面临严峻挑战。例如,对于目前已引起广泛关注的深度伪造,其检测与识别仍普遍面临着通用性差和鲁棒性弱等难题(王丽娜等,2022)。防伪与伪造之间的动态博弈无疑将影响对公正性的认知,从而增加认知复杂性。

## 四、调控复杂性

上述数字化社会演化与认知复杂性,对传统社会治理模式带来挑战,更加需要从自上而下的管理到政府负责、社会协同、公众参与的上下协同治理模式的转变。一方面,社会力量和市场主体借助数字网络和平台更加广泛地参与社会治理,治理主体更加多元化;另一方面,数字化时代社会行为方式的变革对传统的层级式调控带来冲击,治理模式和手段亟需现代化;同时,公民意识不断增强,社会主体诉求复杂化,治理目标多样化。这就对数字化社会系统中多样性与一致性统一的调控复杂性带来新的挑战,对社会治理的公正性和效率带来更高要求。

### (一)演化复杂性对传统调控模式的挑战

一方面,解析化的感知计算与网络化的泛在关联,使传统的层级管理效能受到挑战。如前所述,分工与协作是人类社会提高劳动生产力的主要形式。系统学中“ $1 < 1/2 + 1/2$ ”的性质(郭雷,2020)也说明,复杂系统在适当分类或分工基础上的有机协作将使系统整体功能得到提升。与传统社会治理体系设计所面对的场景相较,在深度解析与泛在关联的交互影响下,数字化社会的结构已经发生了显著变化。特别是,网络化的泛在关联,使风险的传播及影响远远超出行政区划的物理边界,譬如谣言传播、网络攻击、跨境数据挖掘等网络空间活动,对国家安全和社会稳定构成严重威胁。

另一方面,智能化的多层次多主体博弈演化,使得传统社会治理的主体结构面临挑战。比如,随着社会力量和市场主体的治理权兴起,政府与平台企业的协同治理已不可避免,然而技术应用的逐利性可能导致价值失衡及功能异化。面对“政府权力—社会权力/市场权力—私人权利三元协同的新格局”(杜辉,2019),如何构建有序的创新生态,在充分发挥企业创新主体作用的同时,实现对基本权利和社会价值的保障,面临现实挑战。

应对演化复杂性对传统管理模式的挑战,需要走向网络化多元共治的社会治理转型。但这并不意味着不再需要层级调控,而是要转变相关的功能定位和调控模式。

### (二)认知复杂性对现有调控能力的挑战

虚实世界中的自主性、可靠性与公正性对认知复杂性的挑战,进一步转换为调控复杂性问题。

事实上,数字化社会的认知复杂性,进一步加大了对社会系统的状态及其演化趋势分析判断的困难性,并将为调控策略的科学制定和有效实施带来更多挑战。比如,对数据缺陷和算法局限的认识不足,对算法惯性依赖的程度加大,以及对算法公正性潜在问题判断的困难,将毫无疑问使得基于“认知—决策”的系统调控面临巨大风险。这就对数字化社会中法律体系的构建、适应和完善,以及基于人机融合智能的调控策略和技术发展,提出了一系列新要求。

### (三)调控复杂性面对的博弈演化底层逻辑

数字化社会中,无论是演化复杂性对传统调控模式的挑战,还是认知复杂性可能带来的决策风险,最终都可归结为技术发展应用与社会价值追求之间的冲突或失衡。这正是调控复杂性的关键问题。为实现两者的

统一,既需要主体之间利益博弈的平衡性,也需要不同位阶的社会价值之间的协同性。因此调控复杂性的底层逻辑可以归纳为以下3个层面。

一是主体的平衡性。这里所说的平衡性,是指动态平衡性。动态平衡是同时保持系统秩序与活力的基础,因为“系统中成对(对立、独立或互补)要素之间(张力)的平衡是其秩序之本,而非平衡则是运动变化之源”(郭雷,2016)。就社会主体而言,对利益的追求是社会发展动力和活力的重要来源,但是如果因资本扩张、市场垄断和“数字鸿沟”等导致过大的利益失衡,将威胁社会系统的秩序和稳定。就治理主体而言,承担社会治理职能的各级政府、社会组织和平台企业,其权责划分既要有利于秩序稳定,又要有利于发展活力,并防止“一管就死,一放就乱”。因此,在社会发展过程中保持系统的动态平衡性是基本要求。

二是价值的协同性。“协同性”是实现动态平衡性的重要途径。协同平衡,是在整体目标引导或外部环境影响下,系统主体之间自主决策、协同优化或互补共存的结果。就社会系统而言,“协同性”表现为社会不同位阶的价值之间冲突中的协同,是实现社会系统稳定有序的“指挥棒”。事实上,多价值共存的现代社会,不同社会价值之间不是零和博弈关系,也不是对称平等关系。多价值如何在数字化社会中协同实现,是社会调控的基本目标。

三是发展的统一性。马克思认为“科学只不过是人的生产力发展的一个方面”<sup>②</sup>,人类社会的发展最终要克服科学发展与人的发展之间的对抗,而达到“生产力的最高发展与人的最丰富的发展相一致”<sup>③</sup>。当前,数字技术的发展应用与社会价值目标追求的背离引起广泛担忧和关注。例如,新修订的《科学技术进步法》特别增加了关于“完善科技伦理制度规范,加强科技伦理教育和研究,健全审查、评估、监管体系”的规定。如何推动实现技术发展应用与人类价值目标的统一,是数字化社会系统复杂性调控的核心问题。

## 五、复杂系统调控

对数字化社会复杂系统的调控,我们认为也应当遵循类似工程复杂系统中的匹配原则(巴尔-扬,2021),即调控体系或策略的复杂度应与调控对象或任务的复杂度相适应或相匹配,简称适配原则。根据这一原则,由于数字化社会系统是多层次、多主体相耦合的“信息—物理—社会”智能化复杂系统,社会系统的调控体系也应该具有多层次、多主体的调控结构和法治化、智能化的调控策略;对应于上节讨论的数字化社会系统的调控复杂性3个方面,本节我们进一步分析把握数字化社会复杂系统的调控策略。

### (一)系统的平衡性调控

社会系统的安全稳定是其发展的前提,而发展是安全稳定的基础。因而,如何在发展中保证安全性,是首要的调控目标。实现这一目标的关键途径是科学预防和有效处置发展中的各类风险,而各类风险的涌现往往是系统结构和功能过度失衡所导致的。因此,我们首先考虑社会系统的平衡性调控问题,并侧重于非平衡复杂态带来的风险调控。

党的十九大作出我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾这一重大论断。数字技术的发展应用一方面可以助力解决这一社会主要矛盾,另一方面也可能带来新的不平衡或不平等问题。如何对这个演化复杂性问题进行有效调控,保证社会发展的平衡性和主体之间的平等性,成为数字化社会系统稳定与发展的基础性问题。

站在演化复杂性的视角,平衡性本质是一个动态博弈问题。社会系统的平衡,首先,应当遵从特定价值或特定价值位阶的目标体系(该点将在“协同性”中详述);其次,需要针对社会系统的结构(信息结构与物理结构)进行优化设计与动态调控,使系统在博弈发展中保持动态平衡并实现所期望的整体功能和发展目标。如何保证博弈的动态平衡性?系统学中前馈与反馈机制相结合的原理是一个基本调控策略,在数字技术的助推下可以更有效地发挥作用。

反馈与前馈是控制论的基本概念,是任何智能系统设计或运行的基本原理,也是在不确定性环境下保持系统动态平衡性的重要机制。控制论语境下的反馈构成了以“循环因果”为特征的闭环动态调控系统,可以在

开放环境下有效运行。所谓“循环因果”，是指系统输入影响系统输出，系统输出又反过来影响系统输入的循环迭代动态调控过程。反馈原理的突出优势在于，在系统结构和环境信息不完全已知的情形下，仅仅根据系统实时的输出值与目标值的偏差数据，就可以对不确定性动态系统进行有效调控(郭雷,2020)。因而，反馈调控策略从原理上可以消除系统结构不确定性和外部扰动对系统输出性质的影响，具有较强的鲁棒性。进一步，反馈又分为正反馈与负反馈，分别与社会系统中的奖励与惩罚发挥的作用类似，但工程控制系统一般只采用负反馈。当然，反馈调控机制也有自己的局限。有研究表明(郭雷,2020)，当系统的不确定性大小超过反馈机制的能力极限时，仅靠反馈机制将可能使系统面临安全性和稳定性问题，甚至导致不可逆转的失稳后果。事实上，在实际控制系统中，除反馈调控机制外，一般还采用前馈机制来预防或消除可能产生的不良乃至有风险的输出结果。但是，对前馈机制的设计和应用，往往需要事先对系统的演化趋势和不确定性因素有必要的了解或预测。在这方面，系统的演化复杂性研究有助于增强对复杂系统发展趋势的预见性，而系统辨识、数据分析、强化学习、受控实验和仿真模拟等基本方法也可发挥重要作用。值得指出，考虑到调控策略的时序性与适应性，前馈与反馈是相对的、交替发挥作用的。在一个设计和工作良好的动态调控系统中，反馈和前馈调控机制一般同时存在，在保证系统动态平衡前提下实现所期望的调控目标。大数据与智能化技术的有效利用，可以使得我们设计更好的前馈，也可以实施更有效的反馈。

进一步，对复杂的分层混杂系统(Hybrid Hierarchical Systems, HHS)的调控来讲，调控策略还具有不同的层级结构、多样性调控方案和不同的时间变化尺度。一般来讲，层级越高的调控策略时间变化尺度越大，并常常存在时滞现象，数字技术的发展可以减少不必要的反馈滞后时间。如果将社会系统视为一个复杂的分层混杂系统(HHS)，那么，调控策略就需要系统不同的层级结构、不同的子系统，以及不同的时空尺度变化之间的平衡和协调。

从层级结构来看，调控策略应具有多样性与一致性相统一的复杂性，在宏观、微观、介观3个层面上的调控任务各有侧重、又有协同。宏观层面侧重于系统的一致性调控，包括在与时俱进中坚持正确的发展方向、坚守安全稳定底线、弘扬社会主义核心价值观，并使社会系统在法治轨道上有序运行。微观层面侧重发挥多样性作用，包括进一步解放和发展生产力，激活微观动力、活力和创造力。介观层面侧重平衡性调控，包括多主体、多目标的协调与平衡，充分发挥共治与自治的协同作用。我国近年来开展的“放管服”改革、反垄断治理、负面清单制等，就体现了上述调控原则。

从时间尺度来看，调控策略既要保证必要的社会稳定预期，又要及时回应新出现的重要社会问题。就法这一现代社会的基本调控手段而言，相对于社会系统的演化往往具有滞后性，尤其是面对数字化社会系统的复杂性演化。这就需要，一方面，在对数字化社会系统演化复杂性规律深入把握的基础上，充分利用数字技术来设计更具前瞻性和鲁棒性的前馈调控策略，防止过度不平衡性带来的社会风险，同时保证必要的社会稳定预期。另一方面，也要针对出现的新的具有风险的不平衡性问题，对法律规范进行适时而有必要的反馈调整，消除过大的法律滞后带来的系统性社会风险。

注意到，法对社会系统的调控需要通过基于个案的个体利益的调整实现，但法律制定与修改背后的逻辑则往往依赖于具有一定普遍性的规律，例如基于特定类型的风险的调控。对社会中各主体利益的平衡性调控，可以通过对各类风险的前馈与反馈调控来体现。这是因为受控系统一般都有容错范围，并且适度非平衡性同时也是系统发展的客观状态，因此，对风险的调控比直接调控非平衡性本身更具有合理性和可行性。这种通过风险调控来保障社会系统动态平衡性的治理策略大致可以描述为如下结构图(图1)。借助数字化技术，这一治理策略在数字化社会系统调控中，可以发挥更有效的作用。

治理层面的“风险”可以根据其等级分为两种类型。

第一类是具体的风险。具体的风险是指与某种行为存在现实、直接的因果关系的风险，其发生机制较为确定。比如，单纯的获取个人信息的行为本身并不具有实害性，但其往往与诈骗、盗窃等导致人身损害的行为密切相关。为避免实害结果的发生，实践中往往采取“源头治理”的思路，通过治理端的前移实现对风险的有

效调整。因此,刑法修正案(七)新增出售、非法提供公民个人信息罪,非法获取公民个人信息罪,进而在刑法修正案(九)中合并为侵犯公民个人信息罪,将前端的窃取或非法获取公民个人信息的行为纳入刑法评价视野,并且不以“滥用”为构成要件。其治理逻辑仍是一种基于行为的事后处置模式,即以某种行为的发生作为惩治的“因”,只不过这里的行为相对前移了。

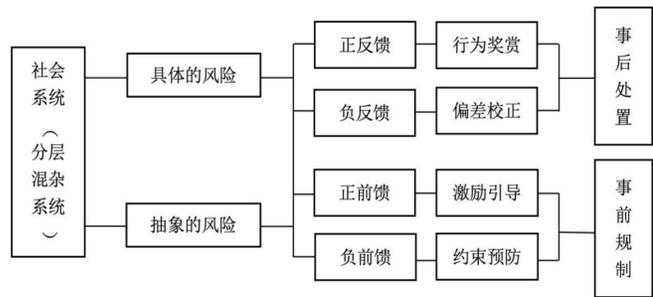


图1 风险治理策略结构图

第二类是抽象的风险。抽象的风险与实害结果之间存在间接的或合理推测的因果关系,它比具体风险更为靠前、更为隐蔽,具有较大不确定性。就数字化社会系统而言,抽象的风险更值得警惕。抽象的风险并不直接来源于具体行为,而与运行机制的潜在缺陷或系统状态的不平衡性密切相关。比如目前深度学习算法中的不可解释性与鲁棒性问题,以及数字鸿沟和算法依赖等问题,都有可能对社会公正性或人的主体性带来风险。对于这一类风险,一般采用分级分类的治理策略。对于其中的“高风险”,则考虑“一般禁止除非例外”的严控监管策略。例如,2021年4月欧盟委员会公布的一份提案<sup>④</sup>建议,对于高风险的人工智能,只有在符合欧盟强制性要求的情况下才能投入使用。提案列举的高风险应用,涉及关键基础设施、招生与就业分配、信用评分、法治AI系统等。一般来讲,对抽象风险的治理,事前的引导和预防策略(前馈治理)尤为重要,必要时可以通过局部空间的试验作为设计前馈治理的重要途径。比如,“沙盒监管”制度旨在为特定创新主体在真实市场环境下设置一个风险规模可控的安全空间,允许在其内测试创新技术或产品的可靠性。当然,对于其中的中高风险,还需要通过在法律中拟制其危险性进行预防。

无论对具体风险还是抽象风险的治理,都需要考虑激励引导、约束预防、行为奖赏、偏差校正等运行机制和调控策略。其中,激励引导体现了正前馈的作用,通过合理的激励来引导社会主体主动调整行为模式,规避风险。约束预防则主要通过事前的调整实现对风险的防范,体现了负前馈的作用。行为奖赏和偏差校正,分别体现了正负反馈的作用,根据行为或结果对社会是否有益进行奖励或惩罚处置。

值得注意的是,在风险治理中,既不能仅仅依靠“预防机制”,也不能完全依赖“事后处置”。一方面,数字技术和复杂系统科学的发展大大提高了对人的行为检测和预测能力,从而使得更多的前置预防措施和风险控制策略成为可能。有人甚至提出(库克里克,2017),我们将从“惩戒社会”进入“控制社会”。然而,由于社会系统的因果链条往往比较复杂并且存在较大的不确定性,故预防性监管的链条不能过度前移或过分管制,否则可能造成对社会创新空间的约束和发展活力的抑制。另一方面,数字化社会系统演化复杂性和认知复杂性的增加,使得我们更难以完全准确把握风险的来源和“涌现”与演化的不确定性,因此,设计“一劳永逸”的前馈调控策略是不现实的,从而基于具体行为和后果的事后处置机制仍具有必要作用。但事后处置主要作用在于修复已经造成损害的社会关系,往往具有滞后性,并且成本较大。因此,预防机制与事后处置的有机结合的风险调控策略,是保持社会系统秩序与活力动态平衡的基本机制。在数字化社会中,顶层设计与“摸着石头过河”两种途径仍是必要的。

## (二)价值的协同性调控

数字化社会系统多价值共存,“和平、发展、公平、正义、民主、自由”是全人类的共同价值<sup>⑤</sup>。我国社会主义核心价值观从国家、社会和个人3个层面概括了共同的价值追求。如何实现数字化社会系统发展中价值的协同,是复杂系统调控要实现的基本目标。价值的协同,首先要考虑的是价值的位阶,随后是不同位阶价值之间有机协同的制度设计与实现机制。

第一,以人为本,避免数字化社会系统功能异化。

数字化社会系统最深层的风险是智能系统对人的主体性的威胁,涉及自由、平等、民主等方面的基本权利。因此,贯彻以人为本的发展理念,确保人的主体性,无疑应当作为首要价值。它既符合人类社会的共同价

价值观和社会主义核心价值观,也是避免数字化社会系统功能异化的基本原则。

世界范围内,人的主体性和独立价值正在得到越来越多的关注,以人为本处理“人机冲突”成为共识。因此,目前的算法决策系统一般倾向于将最后决策权交给人类,借此避免算法自动化决策的风险。客观地说,虽然确保人的主体地位已形成共识,但真正贯穿在技术实践中仍面临挑战。一方面,前文提到的算法依赖、技术黑洞等认知复杂性,深刻挑战着人的判断能力和决策能力。另一方面,数字技术风险的背后是不同价值取向的博弈,这是一个不断演化的发展过程。在这一过程中,既不能将人的权利绝对化,也不能放任数字技术的滥用。这就需要两者在以人为本前提下的有机协同,始终坚持技术发展应用与社会价值追求相统一的复杂性调控目标。

第二,统筹兼顾,构建价值协同的制度体系。

价值的协同,首先是指以特定系统功能为目标的价值位阶体系,其中以人为本是前提。就数字化社会系统而言,就是要围绕实现人的基本价值,统筹安全与发展,建立适当、必要、均衡的价值协同的制度体系。

事实上,社会系统的良好发展都需要多价值的协同,而不同的价值位阶排序往往导向不同的具体发展道路。以数据权属问题为例。波斯纳与韦尔在其著作《激进市场》(波斯纳、韦尔,2018)中提出数据生产力,探讨通过集体授权的形式对数据使用进行讨价还价。这种激进的思路目前还只是一种学术探索。实践中,基于对安全与发展这一对价值的不同比例供给,美国与欧盟分别走出了各具特色的治理道路。美国强调市场创新和经济利益,遵循安全可控前提下最大程度促进数据自由流动的治理主张(蔡翠红、王远志,2020),保持数字竞争优势以及良好的数据市场规模,以期在全球数据领域争夺规则主导权(阙天舒、王子玥,2022)。欧盟则强调数据保护,《通用数据保护条例》明确提出将个人数据权利视作基本人权,同时限制个人数据传输到成员国之外。其成员国法国正在呼吁以数十亿欧元的政府投入鼓励开发基于“欧洲价值观”的云平台,以替代目前的最大商业云平台(布雷默,2021)。我国则强调安全有序,统筹发展与安全,倡导“发展和安全并重的原则,平衡处理技术进步、经济发展与保护国家安全和公共利益的关系”<sup>⑥</sup>。

值得注意,在统筹安全与发展动态平衡的过程中,发展应以安全为前提,安全又以发展为基础,二者之间相互影响、相互促进,是一种并非对称的协同发展关系。进一步,技术进步与经济发展的原动力依靠微观主体的自主性和多样性,而国家安全与公共利益的保护则需要通过制度的一致性和协同性设计来实现,这在本质上是多样性与一致性相统一的复杂性调控问题。

第三,协同共治,确保价值协同性的实现。

协同治理区别于传统的自上而下的行政管理和司法、执法体系,由多利益相关者共同参与公共事务管理,是一种基于价值共识和共同目标而建立的互补性协同治理机制,与多样性与一致性相统一的复杂性调控需求相匹配。

在数字化社会中,价值协同的实现,无法回避算法设计者、运营平台等企业、社会组织和公众等多主体的参与,需要“更多法治力量”的协同共治。这就需要构建和完善政府、社会组织、平台企业与公民之间协同的体制和机制,特别是实现平台企业参与社会治理的规范化,确保监管目标的一致性和监管措施的有效性。同时,无论政府的宏观调控,还是社会组织的自治,都可以在数字技术的帮助下实现更好的效果,例如,信息共享更加便捷,政府行政更加透明,社会信用体系更加完善,社会监督更加有效等。这无疑又会进一步增强公民意识,提高公民和社会组织参与社会治理的积极性和便捷性,推动社会公正和社会福祉的实现。协同治理,也需要构建共享平台,并保护和促进多样性发展。为促进数据的共享,欧盟也于2022年通过了《欧洲数据治理法案》<sup>⑦</sup>,旨在增加数据的可及性以开发新产品和服务。我国贵阳、北京、上海数据交易平台相继成立,积极探索平衡数据安全性与流动性的新机制,确保安全与发展价值的协同实现。

然而,关于数字化社会协同治理机制的设计,深层次的复杂性问题仍然存在。这包括,在系统的一致性方面,如何在确保公平性的同时避免政策的“一刀切”,如何在促进信息的共享性的同时确保安全性等;在系统的多样性方面,如何提高各类社会组织、企业和个体依法有序参与社会治理的积极性和主动性,持续促进和丰富

多主体创新发展的源头供给等;在协同与平衡性调控方面,如何通过系统的一致性与多样性的协同和平衡,实现社会系统的整体功能和价值目标。这些问题在根本上关系到协同共治价值目标的共识度和调控路径的有效性,需要从一致性与多样性、稳定性与适应性等方面协同解决。协同治理,当然还应当包括技术手段和治理策略的协同。对此则需要和技术发展应用与社会价值追求的统一性中理解和把握。

#### (三)发展的统一性调控

发展的统一性,是指技术发展应用与社会价值追求的统一性。目前,技术发展应用与社会价值追求的冲突已引发广泛关注。确保二者的统一性具有重要意义。在前面关于系统的平衡性调控中,我们主要从风险调控的角度论述了发展中的非平衡性调控问题,这是保证系统安全有序运行的重要前提;而在价值的协同性调控中,我们进一步论述了以人为本的前提下社会价值协同的制度设计与实现机制,这是避免数字化社会系统发展异化的基本保障。上述两个方面构成了技术发展应用与社会价值追求统一性的必要基础。当然,统一性调控策略应是一个相互关联的完整的体系,自身也需要在实践中不断适应性完善。

无论如何,“人在回路”这一数字化社会系统的基本特征,应是始终关注的重点。“人在回路”是“人机融合”智能系统的自然体现,也是“信息—物理—社会”耦合复杂系统动态运行的必然结果。传统上,社会系统主要由法律伦理来规范,而工程系统主要由技术手段来调控。尽管数字化社会人机融合程度越来越高,迄今对两类系统的规范与调控手段的研究利用在很大程度上还是分离的,这不可避免带来矛盾冲突(王芳、郭雷,2021)。为此,需要以复杂系统科学为桥梁,从深层次上推动科学技术与法治的交叉融合,特别是数字技术与法律伦理的实质性融合,尤为重要(王芳、郭雷,2021)。这将有助于保障数字技术的发展始终约束在人类价值目标的轨道上,同时又不断促进人类福祉的实现,在数字技术与法律伦理的不断适应与协同共进中实现社会的和谐发展。在设计数字化社会系统复杂性调控策略的过程中,下面几个问题值得进一步重视和研究:

首先,在关键认知与决策环节上,保持人的主体性。在数字化社会系统中,“人在网络”的新形态和“人机融合”的新功能是显著特征,造就了前所未有的认知复杂性。由于智能技术和人自身各自的局限性,“人机互补”是实现人机融合系统“涌现”出新功能的必然途径。这就需要在规划、监督、判断、决策等关键环节和整体功能上,保持人对智能系统的主体性。2019年4月欧盟发布的《可信AI伦理指南》提出了关于人对AI系统进行监督和干预的三类情形<sup>⑥</sup>: Human in the loop,指人在AI系统的每个决策周期进行干预的能力; Human on the loop,指在AI系统设计周期进行人工干预并监控系统运行的能力; Human in command,指监督AI系统的整体活动并决定某一情形是否适用AI的能力。当然,人发挥作用不可避免受到认知局限和人性弱点的影响,应当尽量通过增强AI系统的相关功能进行补偿和约束。而根据不同场景和不同要求,如何通过具体机制设计来保障人机功能的互补性与系统发展目标的统一性,是实现复杂性调控的关键问题。

其次,在宏观调控策略的具体设计上,发挥人机融合的新优势。在宏观调控策略制定过程中,需要坚持科学决策、民主决策和依法决策。实践中,对有些重大改革策略会进行局部授权试验,例如认罪认罚从宽制度试点、自贸试验区、对数字技术应用的“沙盒监管”等。但从局部试验走向整体实践的一个关键问题是要考虑可能存在的非线性“尺度效应”(韦斯特,2018)和其他重要因素的影响。在这方面,复杂系统科学方法有望发挥重要作用。钱学森曾提出“从定性到定量的综合集成研讨厅体系”设想(钱学森,2007),其核心是以人为主、人机结合,充分集成各方面专家的智慧 and 各类大数据信息,实现从定性到定量的发展态势预测和政策模拟推演。《“十四五”信息化规划》提出要建设社会治理大数据与模拟推演科学研究平台。我们认为,基于大数据的模拟推演,仍需要以系统复杂性研究为基础,并充分发挥人机融合的新优势。

最后,在调控策略的基础研究上,开拓新框架建立新理论。数字化社会系统的演化复杂性、认知复杂性和调控复杂性,使得前瞻性基础理论研究和科学性调控策略制定,具有更为突出的重要意义。以数学和计算为基础的控制理论是工程控制系统的基础,但是传统理论框架并不包含对社会价值目标的追求和对人的基本权利的保障,而这一点正是社会系统调控的基本目标。我们认为,从传统工程控制到数字化社会系统调控研究的一个合适的理论框架,是博弈调控系统(张人仁等,2020)。博弈调控是博弈论与控制论相结合的一个具有

层级结构的调控框架,上层为宏观调控变量,下层为相互关联且功能或目标追求不尽相同的多个智能子系统,可以实现集中式调控与分布式调控的统一。它超越了工程控制论不考虑被控对象可能具有自我目标追求的局限,也不同于传统博弈论中对博弈均衡点的关注,可以研究具有大范围不确定性多主体协同与博弈系统的智能化调控问题,也可以将社会价值目标和权利保障等约束条件融入调控目标和方案中(王芳、郭雷,2020)。对博弈调控系统的基础理论研究,有望成为数字化社会复杂系统调控的重要科学支撑。

## 六、结语

人类社会正面临深刻的数字化转型,社会系统结构与功能的深刻变化,远远超出传统社会系统的复杂性维度,带来一系列前所未有的治理挑战,需要从系统复杂性的角度进行深入研究。系统复杂性是指多样性与一致性的辩证统一,统一于系统功能。本文提出,数字化社会的系统复杂性可以从演化复杂性、认知复杂性和调控复杂性三方面深入考察研究,并在此基础上,深刻认识复杂系统调控规律,设计与调控复杂性相适应或匹配的调控策略。数字化社会系统与以往的社会系统相比,具有一系列更为突出的复杂性特征。演化复杂性的突出特征表现在“人在回路”中的解析化、网络化与智能化,认知复杂性的突出挑战在于“虚实世界”中的可靠性、公正性与自主性,而调控复杂性面临的基本任务是如何确保技术发展应用与人类社会“多元价值”追求的动态平衡性、协同性与统一性。数字化社会复杂系统的调控必须始终坚持人类社会共同价值观,以人为本统筹安全与发展,实现社会发展中不同位阶价值的协同性,确保技术发展应用与人类价值目标的统一性。为此,必须高度重视数字化社会的系统复杂性研究和社会治理的科学技术支撑。在社会复杂系统的基础研究方面,加强科学技术与人文社会科学领域的实质性交叉融合,开拓新框架建立新理论;在关键认知与决策环节上,始终保持人的主体性,防范不平衡性带来的风险;在治理体系和策略的设计中,充分发挥人机融合的新优势,构建更加系统化的多层次多主体协同治理体系、更加智能化的前馈—反馈协同调控策略,确保数字化社会的安全稳定、公平正义、民主自由与和谐发展<sup>⑩</sup>。

(作者单位:王芳,山东大学数据科学研究院;郭雷,中国科学院数学与系统科学研究院)

### 注释

①引自《习近平向2021年世界互联网大会乌镇峰会致贺信》, [http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/26/content\\_5639378.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/26/content_5639378.htm)。

②③引自马克思:《经济学手稿》(1857-1858),《马克思恩格斯全集》第46卷(下),人民出版社,1980年。

④Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council: Laying down harmonized rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain union legislative acts. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF).

⑤引自《习近平在第七十届联合国大会一般性辩论时的讲话(全文)》, [http://www.gov.cn/xinwen/2015-09/29/content\\_2940088.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-09/29/content_2940088.htm)。

⑥《全球数据安全倡议》, [http://www.gov.cn/xinwen/2020-09/08/content\\_5541579.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2020-09/08/content_5541579.htm)。

⑦EU Data Governance Act adopted by European Parliament. <https://www.allenoverly.com/en-gb/global/blogs/digital-hub/eu--data-governance-act-adopted-by-european-parliament>.

⑧Ethics guidelines for trustworthy AI, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>.

⑨中外文人名(机构名)对照:亚瑟(Arthur);拉泽(Lazer);董(Dong);杨(Yang);布雷默(Bremmer);卡尔(Carr);杨(Yeung);巴尔(Barr);斯帕罗(Sparrow);波斯纳(Posner);韦尔(Weyl);张(Zhang)。

### 参考文献

- (1)蔡翠红、王远志:《全球数据治理:挑战与应对》,《国际问题研究》,2020年第6期。
- (2)陈云松:《当代社会学定量研究的宏观转向》,《中国社会科学》,2022年第3期。
- (3)戴瑞克·希金斯:《系统工程:21世纪的系统方法论》,朱一凡、王涛、杨峰译,电子工业出版社,2021年。
- (4)狄增如、李睿琪:《挖掘复杂系统的普世规律》,《系统科学进展》(2),科学出版社,2019年。
- (5)杜辉:《面向共治格局的法治形态及其展开》,《法学研究》,2019年第4期。
- (6)樊鹏:《新技术环境下的政治安全》,《东方学刊》,2019年第1期。
- (7)郭雷:《系统学是什么》,《系统科学与数学》,2016年第3期。
- (8)郭雷:《不确定性动态系统的估计、控制与博弈》,《中国科学:信息科学》,2020年第9期。
- (9)洪永森、汪寿阳:《大数据如何改变经济学研究范式?》,《管理世界》,2021年第10期。
- (10)季卫东:《计算法学的疆域》,《社会科学辑刊》,2021年第3期。
- (11)江小涓:《大数据时代的政府管理与服务:提升能力及应对挑战》,《中国行政管理》,2018年第9期。
- (12)杰弗里·韦斯特:《规模:复杂世界的简单法则》,张培译,中信出版集团,2018年。

- (13) 克里斯多夫·库克里克:《微粒社会》,黄昆、夏柯译,中信出版社,2017年。
- (14) 李训虎:《刑事司法人工智能的包容性规制》,《中国社会科学》,2021年第2期。
- (15) 马克思:《经济学手稿》(1857-1858),《马克思恩格斯全集》第46卷(下),人民出版社,1980年。
- (16) 马克思:《经济学手稿》(1861-1863),《马克思恩格斯全集》第32卷,人民出版社,1998年。
- (17) 马克思:《资本论》第1卷(1867),《马克思恩格斯全集》第5卷,人民出版社,2009年。
- (18) 乔天宇、邱泽奇:《复杂性研究与拓展社会学边界的机会》,《社会科学研究》,2020年第2期。
- (19) 钱学森:《创建系统学》,上海交通大学出版社,2007年。
- (20) 阙天舒、王子玥:《数字经济时代的全球数据安全治理与中国策略》,《国际安全研究》,2022年第1期。
- (21) 申卫星、刘云:《法学研究新范式:计算法学的内涵、范畴与方法》,《法学研究》,2020年第5期。
- (22) 盛昭瀚、于景元:《复杂系统管理:一个具有中国特色的管理学新领域》,《管理世界》,2021年第6期。
- (23) 王芳:《隐私与刑事法—隐私的政治价值与制度体现》,中国社会科学出版社,2012年。
- (24) 王芳、郭雷:《人机融合社会中的系统调控》,《系统工程理论与实践》,2020年第8期。
- (25) 王芳、郭雷:《积极应对人机融合社会系统治理挑战》,《科学与社会》,2021年第4期。
- (26) 王丽娜、聂建思、汪润、翟黎明:《面向深度伪造的溯源取证方法》,《清华大学学报(自然科学版)》,2022年第5期。
- (27) 王勇等:《社会治理法治化研究》,中国法制出版社,2019年。
- (28) 亚内尔·巴尔-扬:《解困之道:在复杂世界中解决复杂问题》,沈枕译,上海科技教育出版社,2021年。
- (29) 杨晓光、徐宗本、郭雷:《计算治理——一个值得重视的新兴交叉领域》,《中国科学基金》,2022年第1期。
- (30) 中国信息通信研究院:《中国数字经济发展报告》,2022年7月。
- (31) 左卫民:《中国计算法学的未来:深思与前瞻》,《清华法学》,2022年第3期。
- (32) Arthur, W. B., 1999, "Complexity and the Economy", *Science*, vol.284(5411), pp.107-109.
- (33) Barr, N., Pennycook, G., Stolz, J. A. and Fugelsang, J. A., 2015, "The Brain in Your Pocket: Evidence that Smartphones are Used to Supplant Thinking", *Computers in Human Behavior*, vol.48, pp.473-480.
- (34) Bremmer, I., 2021, "The Technopolar Moment: How Digital Powers Will Reshape the Global Order", *Foreign Affairs*, vol.100(6), pp.112-128.
- (35) Carr, N., 2015, *The Glass Cage: Where Automation is Taking Us*, London: Random House, pp.67.
- (36) Dong, C., Li, J. and Reddy, D., 2022, "Science for This Age: Paradigm Shifts and Global Challenges", *Engineering*, <http://doi.org/10.1016/j.eng.2022.05.002>.
- (37) Lazer, D. M. J., Pentland, A., Watts, D. J., Aral, S., Athey, S., et al., 2020, "Computational Social Science: Obstacles and Opportunities", *Science*, vol.369(6507), pp.1060-1062.
- (38) Posner, E. A. and Weyl, E. G., 2018, *Radical Markets: Uprooting Capitalism and Democracy for a Just Society*, New Jersey: Princeton University Press.
- (39) Sparrow, B., Liu, J. and Wegner, D. M., 2011, "Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips", *Science*, vol.333(6043), pp.776-778.
- (40) Yang, V. C., Galesic, M., McGuinness, H. and Harutyunyan, A., 2021, "Dynamical System Model Predicts When Social Learners Impair Collective Performance", *PNAS*, vol.118(35), e2106292118.
- (41) Yeung, K., 2016, "Hypernode: Big Data as a Mode of Regulation by Design", *Information Communication & Society*, vol.20(1), pp.118-136.
- (42) Zhang, R. R., Wang, F. and Guo, L., 2020, "On Game-Based Control Systems and Beyond", *National Science Review*, vol.7(7), pp.1116-1117.

## Research on System Complexity of the Digital Society

Wang Fang<sup>a</sup> and Guo Lei<sup>b</sup>

(a. Data Science Institute, Shandong University; b. Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences)

**Abstract:** The digital age has created unprecedented social system complexity. In this paper, we expound the characteristics and connotations of system complexity from three aspects, i.e., evolution, cognition, and regulation complexities. Firstly, for digital social systems with "human in the loop", analyzation-based perceptual computation, cyberization-based ubiquitous association, and intellectualization-based game evolution, make the evolution complexity continuously growing. Secondly, the autonomy, reliability, and justice in the cyber-physical integrated world are challenging the human ability in dealing with cognitive complexity. Thirdly, the conflict and coordination between the development of AI and the pursuit of social value constitute the underlying logic of the regulation complexity of the digital society, which is further embodied in the balance of systems, the coordination of values, and the uniformity of development. Based on the above, some basic mechanisms and strategies for regulating the complexity of the digital society are proposed. It goes without saying that the study of system complexity will enable us to comprehend more about the basic laws underlying the development of digital society and thereby avoid possible alienation in its development.

**Keywords:** digital society; complex systems; system complexity; social value; social governance