

科技评论

数字化转型如何促进科研机构高质量发展

李红五

摘要 挖掘了新时代高质量发展背景下推动科研机构加速数字化转型的深层次动因。分析了科研机构的独特运营模式和业务特点,以此为基础,构建了推进科研机构数字化转型快速落地的工作思路,即“全在线”工作体系,以及为实现“全在线”工作体系落地的V模型理论。梳理了科研机构在数字化转型进程中可能遭遇的业务整合困难、价值效益不显性、指导和引领缺乏、科研进度制约的各类挑战,并针对此提出助力科研机构推进转型工作,全面提升创新能力的建议:明确转型规划,均衡能力建设;制定评价体系,开展价值宣传;建立合作机制,强化指导交流;制定协同机制,保障科研进展。

关键词 高质量发展;数字化转型;科研机构;全在线

党的十八大以来,党中央明确指出中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。高质量发展的核心在于将国家经济体系融入新一轮科技革命和产业革命,实现经济增长的高效性、绿色性和可持续性。数字化转型作为实现高质量发展的关键路径,其核心作用在于通过数据资源的高效流动和开放共享,优化产业结构、服务模式及治理结构^[1]。科研机构是国家科技创新的重要基石,其研发和创新实力对提升国家科技竞争力至关重要。因此,科研机构必须积极响应国家号召,加快数字化转型进程,加强科研数据的智能化管理,提升研究效率,并推动科研成果的转化与应用,进一步促进科技

创新^[2]。

目前,国内学界在数字化转型方面的研究主要围绕转型策略及转型能力评估2大核心领域展开。在转型策略领域,现有研究主要从不同角度剖析了企业在数字化转型过程中的关键能力建设。例如,陶炜等^[3]、张培等^[4]、穆红梅等^[5]、陈畴镛等^[6]聚焦企业的业务转型领域,分别针对国有企业、制造企业、商业银行、中小企业的转型现状进行了深入的策略分析和研究。陈国权等^[7]和孙新波等^[8]通过深入的案例分析,探讨了组织效能数字化转型的路径,构建了具体的转型过程模型。黄丽华等^[9]综合分析了企业数字化转型中的运营管理、营销管理等7个关键企业管理问题。在转型能力评估领域,现有研究主要集中在转型成熟度评估模

型方面。例如,李光磊等^[10]深入分析了指标体系在企业数字化转型中的价值及设计思路。万伦等^[11]对制造企业数字化转型的评价指标体系进行系统研究。针对信息与通信技术(ICT)企业的数字化转型合作能力,李柏洲等^[12]提出了一套科学的评价指标体系。谢绚丽等^[13]从多个维度出发,构建了与商业银行数字化转型相适配的指标体系。

虽然学界对企业数字化转型的研究已经取得了一系列的成果,然而,这些研究多聚焦于普通企业,对于科研机构这一特殊主体的研究尚显不足。科研机构与普通企业虽然在组织结构、运营模式上有所不同,但其数字化转型的需求与路径同样值得深入探讨。

鉴于此,从科研机构的角度出

中国联通研究院,北京 100176

收稿日期: 2024-06-18; 修回日期: 2024-11-26

作者简介: 李红五,正高级工程师,研究方向为企业数字化转型、通信融合创新技术等,电子邮箱: lihw153@chinaunicom.cn

引用格式: 李红五. 数字化转型如何促进科研机构高质量发展[J]. 科技导报, 2025, 43(7): 14-20; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.06.00723

发,深入探讨其数字化转型的紧迫性、可行性、具体策略及其他挑战。通过分析科研机构特性与需求,结合当前数字化转型的理论与实践,提出适合科研机构的数字化转型策略建议。

1 科研机构数字化转型的紧迫性

在国家高质量发展的战略背景下,科研机构的数字化转型显得尤为迫切,这主要受到科研范式、科研需求及科研组织模式3方面变革的推动。这些变革不仅对科研机构提出了新的挑战,也为数字化转型带来了内在的动力和外在的压力。

1.1 科研范式变革

科研范式作为科学研究的基本理论和方法,已经经历了从“第一范式”的经验科学,到“第二范式”的理论科学,再到“第三范式”的计算科学,以及“第四范式”的数据密集型科学的演变。当前,科研范式正逐步向“第五范式”变革。由于“第五范式”具备“数据+智能技术”双轮驱动的特征,因此对科研机构在数据管理和技术应用方面提出更高层面的要求^[14-15]。在数据管理方面,“第五范式”以数据为核心,强调数据的全面性治理,要求科研机构实现全量科研数据的沉淀,并打破领域和学科界限,加强数据的开放与共享。在技术应用方面,“第五范式”要求将科研活动与智能化技术相结合,深入挖掘数据的潜在价值,提升管理决策、科研规划、科研要素统筹等方面的智能化水平。

1.2 科研需求变革

目前,科研机构面临用户需求的显著变迁,主要体现在对科研成果高效转化的需求、个性化服务的需求,以及更高数据安全与隐私的需求。为响应这些市场动态,科研机构亟须推进数字化转型,以精准对接用户日趋多元化的需求。在科研成果转化方面,科研机构需借助尖端数字化技术,加快科研成果的转化速度,并促进其实际应用,从而更迅速地响应市场变化,占据行业先机。在个性化科研服务层面,科研机构需要利用大数据与人工智能技术,对消费者需求进行深入分析和精准把握,提供量身定制的个性化服务,包括各类技术支持、知识服务、安全支撑等。在数据安全和隐私保护层面,科研机构必须依托数字化技术,全面强化科研流程中的数据安全和隐私保护措施,确保用户数据的绝对安全和私密性。

1.3 科研组织模式变革

由于互联网、物联网等连接技术的发展,科研组织模式逐步从传统的刚性模式向现代的液态模式深刻转变^[16-17]。传统的封闭、独立、分散和线性的组织方式已逐渐被开放、合作、聚合和并行的模式所取代^[18]。这一变革要求科研机构抓紧优化组织流程和管理手段,提升组织模式的灵活性和适应性。在组织流程方面,液态模式倡导并行处理,科研机构可通过并行推进需求分析、方案设计、研发测试及生产交付等环节,从时间和空间维度对流程进行重组,提升整体科研效率。在管理方式方面,液态科研组织模式不仅要求建立更为

敏捷的管理机制,以加快对科研业务变化和需求的响应速度,而且倡导从单向管理向复合管理转变。这意味着科研机构需要构建一个开放式的动态管理平台,以便快速灵活地对各种要素资源进行调配和补充,从而有效提升创新能力。

2 科研机构数字化转型的推进思路

数字化转型作为信息化的延伸与智能化的基石,对科研机构而言,是一项持续演进的系统工程。本文旨在确立科研机构数字化转型的初期落地策略,即构建“全在线”工作体系。该体系基于现有科研机构转型经验,以数据驱动为核心,实现科研业务和管理工作的全面在线化,推动业务流程重构、技术能力升级及组织模式变革。

2.1 “全在线”工作体系的整体框架

“全在线”工作体系是以“数据驱动”为核心,通过数据流打通业务流、决策流,实现全部科研业务和管理工作的在线化,进而推进业务流程重构、技术能力升级和组织模式变革,催化业务、技术、组织向数字化方向重塑。

2.1.1 全业务对象在线,汇聚数据流

“全在线”工作体系需要科研机构完成对科研对象的全面数字映射,并整合映射结果以构建贯穿全业务的数据流,来支撑数据驱动的决策制定。具体实施策略如下。

1) 构建科研机构的数据底座。通过整合静态数据、动态数据和自动化规则,对科研机构内所

有科研对象进行三维数字映射。静态数据记录科研对象的基础属性,动态数据捕捉其变化过程,自动化规则包含科研业务中的系统判断逻辑。这一多维映射策略旨在形成统一的数据基座,为后续数据分析和决策提供基础,如图 1 所示。

2) 以科研人员为核心,实现

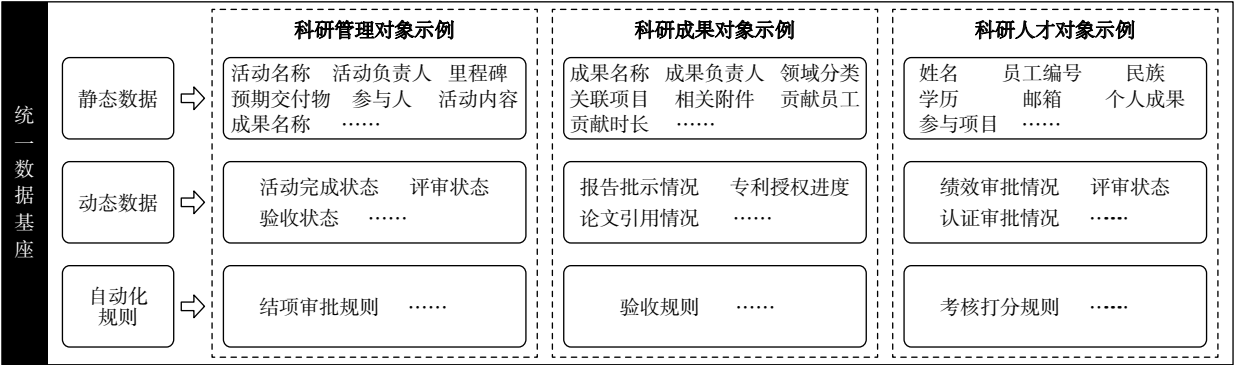


图 1 “全在线”数据基座

数据融通。鉴于科研活动以人员为核心,“全在线”体系着重于围绕科研人员整合各业务场景数据,实现数据流的汇聚。基于此数据流,建立科研人员的数字化档案,并实施智能化的能力评估与定位,以便制定针对性的人才培养计划,进而提升科研人员的专业能力,增强机构的整体科研实力。

2.1.2 全业务周期在线,推动业务流

科研机构的业务范畴可划分为科研业务、科研管理业务和经营管理业务 3 大类。其中,科研业务作为核心,囊括基础研究、应用研究与开发研究。科研管理业务旨在辅助科研业务,通常采取项目管理方式。经营管理业务则涉及日常的“人、财、物”管理。“全在线”工作体系要求实现科研业务的全面在线化,进而推动科研管理业务与经营管理业务的流程整合,构建全周期、全流程的在线业务流。

1) 科研业务流程在线化。针对不同的科研任务构建适配的在线化流程,实现科研任务的全流程

在线可视可管。具体地,研发任务将采用基于 DevOps 的在线研发流程,研究任务则通过在线化的规划、编写、查询、协作和交付流程,实现全流程的在线化和透明化。

2) 科研管理与经营管理业务在线化。依托科研业务数据,填补科研管理与经营管理中的信息缺失,如科研成果的阶段性数据和物资使用数据,以消除手工统计和填写环节,实现全流程的线上化。此外,沉淀的科研业务数据将用于统计分析,为科研管理和经营管理提供决策支持,如科研规划、资源配置和人员规划等方面。

2.1.3 “全在线”平台体系,助力决策流

为保障全业务对象、全业务周期在线,“全在线”工作体系要求构建一个包含数据基座、2 级平台和科研大屏的数字化平台体系,以实现 IT(信息技术)能力的全方位支持,如图 2 所示。

1) 底层面向支撑,构建数据基座。该基座负责数据归集、模型构建、共享和分析,实现数据到

信息再到知识的转化,为科研管理和决策提供深层数据价值挖掘。具体包括全量数据资源的归集、场景化算法模型的支持、数据视图的共享及数据分析的自动化。

2) 中间层面向服务,构建 2 级平台。2 级平台架构将能力按照场景封装并提供统一入口,1 级平台负责承载面向全体员工开放的能力,以及整体经营管理的能力,2 级平台负责承载专业研发的能力。2 级平台之间通过数据和能力共享实现互通,推动科研工作并沉淀科研数据,如图 3 所示。

3) 上层面向应用,打造科研大屏。科研大屏依托数据基座提供的多维度数据视图,为不同角色提供定制化决策支持。例如,科研大屏面向专项管理人员展示科研指标数据,如科研资源投入分布、执行进度;面向领导层展示决策辅助信息,如科研布局与规划建议;面向普通职工展示日常办公信息,如审批动态。

2.2 “全在线”工作体系落地方法

为助力科研机构加速实现

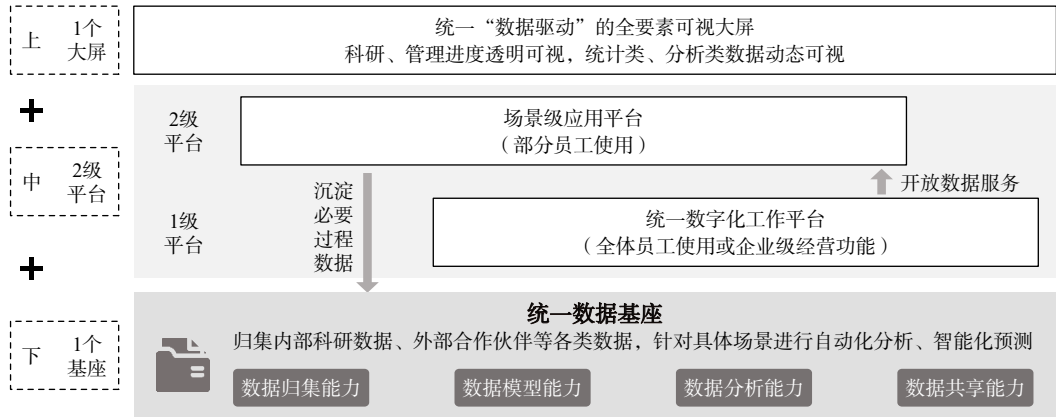


图2 “全在线”数字化平台体系

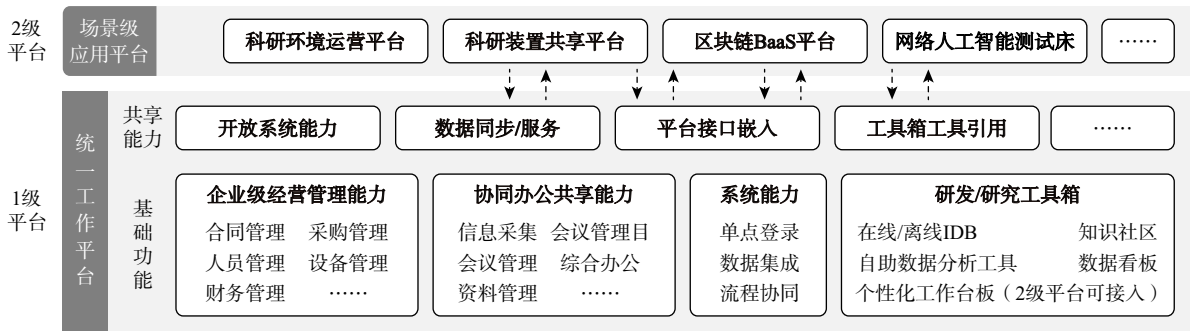


图3 2级平台架构

“全在线”工作体系落地,推进整体数字化转型进程,提出V模型作为理论基础,推进相关建设完成。V模型以“人”和“事”为核心,分别面向业务流程和IT能力开展双向梳理和治理,优化整体业务及管理流程,强化IT支撑业务

能力,如图4所示。

2.2.1 重构业务流程

面向全业务场景,对“人”和“事”进行逐层深入剖析,提取科研业务流程核心要点,并以重点流程为切入点,优化业务流程。

1) 提取流程要点。首先,将

业务活动主体划分为各类业务角色,并梳理各业务角色的工作内容及对应动作。将业务场景划分为具体场景,明确其对应的工作内容和所需工具。后续以场景为基础,将业务活动主体和业务场景相关联,形成业务流程要点,包括业务

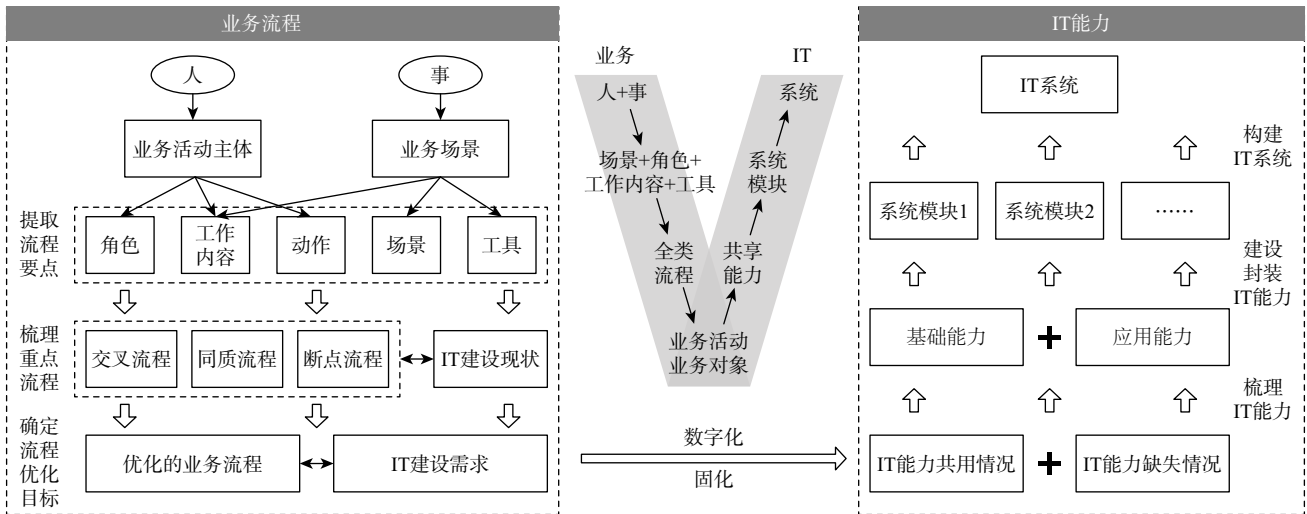


图4 V模型

场景、参与角色、工作内容、角色动作及所需工具。

2) 梳理重点流程。基于业务流程要点,对科研机构内部的全量业务按照流程进行汇总和梳理。重点梳理交叉流程、同质流程及断点流程。针对交叉、同质流程,研究流程简化的可能性。针对断点流程,探讨断点环节线上化补齐可行性。

3) 制定流程方案。基于原有的业务流程框架,聚焦重点流程,确定流程优化基础方案,输出端到端全在线业务流程。方案制定需遵循“简洁化、完整性、价值驱动、可支持性”4项原则开展。“简洁化”要求删除重复流程,减轻整体业务流程运转负担;“完整性”要求覆盖科研机构全部业务的端到端环节;“价值驱动”要求针对价值创造的关键环节提升流程运作效率和质量;“可支持性”要求具备可支撑流程的具体工具和载体,针对暂时缺失 IT 支撑的环节,明确 IT 建设需求。

2.2.2 IT 固化流程

以流程优化基础方案为基础,梳理并完善现有 IT 能力,同步反向优化业务流程,并开展相关配套管理制度的建设,进一步提升业务流程的可落地性。

1) 梳理 IT 能力。重点围绕 2 类业务流程开展 IT 能力梳理。具体地,针对目前共用同一平台或工具的业务流程,梳理该平台或工具的 IT 能力,对关键能力、共享能力进行沉淀和封装,并反向优化业务流程。针对目前缺失 IT 支撑的业务流程,明确所需 IT 能力并梳理现有 IT 能力,进一步判断建

设的必要性和可行性。

2) 开展 IT 建设。依据 IT 梳理结果,对共享 IT 能力进行封装,对缺失能力进行建设。按照“能力共享+个性支撑”的原则,首先,对 IT 能力进行拆分、组合,形成“基础能力+应用能力”双层能力组合,既提供基础能力,也提供专项支撑能力。其次,按照业务流程模块对能力进行复用、组合,形成可支撑业务的系统模块,并进一步建立适配全流程的 IT 系统。

3 科研机构数字化转型的挑战

为深入探究科研机构在数字化转型过程中面临的挑战,借鉴埃森哲公司发布的中国企业数字化转型指数体系^[19],对国内 10 余家科研机构在数字化转型过程中的举措、进度、成效及遇到的难点进行系统分析。综合评估发现,国内科研机构的数字化转型普遍处于初级阶段,面临着 4 类主要挑战。

3.1 业务整合困难

科研机构数字化转型中遇到的第一大挑战是业务整合困难,造成科研机构转型重点分散、协同困难,难以形成统一的转型体系,具体原因包括以下 3 点。

一是科研与管理缺乏协同。科研机构的科研业务主要聚焦于科研创新和实验操作,管理业务侧重于科研工作的基础管理与企业内部的经营管理,而大部分科研机构在两者之间缺乏有效的协同机制,多数情况下仅通过信息记录方式进行简单对接,这种区隔限制了数据和信息的流动^[20-21]。因此,部

分科研机构目前在数字化转型中主要专注管理业务领域,忽略了科研业务这一核心业务的转型需求。

二是科研业务存在多样性。科研机构的科研业务种类繁多,包括专利研究、课题研究、标准研究等研究业务,以及软件研发、硬件研发等研发业务,这些业务在工作流程、所需工具和产出物等方面存在显著差异。这就要求科研机构在制定数字化转型策略时,必须考虑到各类业务的独特性,及其在组织中的相互关系和协同需求。

三是跨域数据整合困难。科研机构在数字化转型过程中需要处理和整合来自不同业务模块的大量数据。由于每个业务模块可能使用不同的数据格式和存储系统,这使得跨业务模块的数据整合成为一个难题。数据整合不仅涉及到技术层面的挑战,还包括确保数据一致性、准确性和可访问性的问题。这种跨模块的数据整合难题加剧了科研机构在数字化转型中实现数据驱动决策的复杂性,限制了机构对数据的全面利用和分析能力的提升。

3.2 价值效益不显性

科研机构数字化转型中遇到的第 2 大挑战是价值效益不显性,其根源主要归结为以下 3 点^[22-23]。

一是科研业务数字化转型价值难以衡量。科研机构的研究重点多聚焦于前沿技术、关键技术及基础技术的探索与升级。其中,前沿技术与关键技术研究普遍具有前瞻性、高风险性,基础技术研究普遍具有公益性质。正是由于这些特质,使得科研机构的研究工作价值较难衡量,进而其数字化转

型的价值也无法单纯通过市场化效益来量化。

二是科研成果价值转化周期长。科研机构的业务价值主要体现在科技成果转化效果上。然而,科技成果实际转化过程通常耗时较长,从创新构想到市场化产品往往需要 3~5 年。因此,若以科技成果转化为衡量标准,数字化转型的效益在短期内难以显现。

三是缺乏配套的数字化转型成效评估体系。数字化转型是一个长期且系统的过程,目前科研机构普遍将转型效益与科研业务绩效紧密绑定,导致转型过程中的阶段性成果与价值无法得到科学评估,不仅影响了转型的推进速度,还可能削弱内部对转型的信心。

3.3 指导和引领缺乏

科研机构数字化转型中遇到的第 3 大挑战是缺乏以下 2 个方面的指导及引领。

一是缺少顶层规划和专项指导。围绕数字化转型领域,中国各级政府相继出台多项政策文件,已形成“顶层战略、规划部署、行动落地”的 3 层政策体系,为企业数字化转型提出明确要求和方向。然而,政策文件重点聚焦制造领域、国企、央企和中小企业,目前缺乏面向科研机构的有针对性的顶层规划和指导意见,导致科研机构在转型过程中缺乏专项政策支持 and 方向引领。

二是缺少标杆科研机构引领及示范。目前各领域已出现了数字化转型标杆企业,并公开发布了自身数字化转型路线图,为领域内其他企业提供借鉴,例如,能源领域的国家电网有限公司、制造领

域的美的集团分别公开转型路线图及重点内容。但截至目前,科研领域尚未出现数字化转型标杆机构,暂未形成成熟的、可供借鉴的转型规划和实施方案,导致科研机构在转型过程中缺乏示范参考。

3.4 科研进度制约

科研机构数字化转型中遇到的第 4 大挑战是科研进度制约。目前,科研机构已普遍构建了成熟的科研体系,但数字化转型要求科研机构打破固有的组织惯性,对科研业务流程进行深度重构,并对科研管理模式进行优化升级。这种融合需要经过不断地调试与优化,可能会对现有的科研任务执行产生干扰,甚至对后续研发计划的制定与实施造成影响,这种潜在的风险与挑战对于众多科研机构而言是难以承受的^[24]。

4 结论

综合分析表明,尽管国内部分科研机构已启动数字化转型的探索之旅,但相较其他企业,科研机构在转型的普及与深入程度上仍显不足,且面临不少挑战。在此背景下,国际与国内的发展形势均迫切要求科研机构加速其数字化转型进程,以增强科技创新能力,并更有效地支持国家发展战略。为实现这一目标,科研机构可优先采纳“全在线”工作体系以加快转型落地,并在以下 4 个方面推进转型工作,全面提升创新能力。

一是明确转型规划,均衡能力建设。建议科研机构在转型初期制定完整的转型规划。其中,转型目标需要和科研机构的长期发展

规划相契合,转型计划包含所有关键能力建设,包括平台能力、数据能力、人员能力等,均衡推进各项能力建设。

二是制定评价体系,开展价值宣传。建议科研机构结合内部实际情况设计转型评估指标,设立转型成效评价机制。通过定期评估来跟踪转型进展,以便及时调整策略。同时,建议科研机构加强内部宣传和教育,深入阐释转型价值、全面介绍转型成效,提高科研人员对数字化转型重要性的认识,凝聚内部共识,提升转型定力。

三是建立合作机制,强化指导交流。建议科研机构内部设立转型领导小组,该小组负责制定转型战略、监督进度并提供指导,同时搭建知识共享平台,促进内部的经验交流。建议科研机构与外部设备供应商、技术服务商等开展交流合作,共同制定推广解决方案,通过产业链协同推动整个行业的数字化转型,实现资源共享和优势互补。

四是制定协同机制,保障科研进展。建议科研机构内部设立转型协调小组,该小组负责与科研人员、管理人员进行实时信息同步,在科研任务执行、验收等关键时期进行工作协调,保障科研进度和科研质量不受转型影响。

参考文献(References)

- [1] 王一鸣,李国杰,张柏春,等.关于科技创新赋能我国产业高质量发展的若干思考[J].中国科学院院刊,2023,38(5): 759-765.
- [2] 杨晶,韩军徽,李哲.促进科研管理数字化转型的对策[J].科技导报,

- 2021, 39(21): 80–86.
- [3] 陶伟, 王婷婷. 数字化转型背景下国有企业业务创新路径探究[J]. 数字经济, 2024(5): 60–65.
- [4] 张培, 张苗苗. 制造企业数字化转型类型与触发机制[J]. 管理现代化, 2020, 40(6): 19–24.
- [5] 穆红梅, 郑开焰. 商业银行数字化转型的国际经验与我国策略[J]. 亚太经济, 2021(1): 59–64.
- [6] 陈畴镛, 许敬涵. 制造企业数字化转型能力评价体系及应用[J]. 科技管理研究, 2020, 40(11): 46–51.
- [7] 陈国权, 王婧懿, 林燕玲. 组织数字化转型的过程模型及企业案例研究[J]. 管理评论, 2021, 33(11): 28–42.
- [8] 孙新波, 李伟祯. 企业数字化转型研究: 组织效能的视角[J]. 企业经济, 2022, 41(11): 28–38.
- [9] 黄丽华, 朱海林, 刘伟华, 等. 企业数字化转型和管理: 研究框架与展望[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 26–35.
- [10] 李光磊, 高晶莹. 指标体系在企业数字化转型过程中的价值[J]. 河北企业, 2023(6): 41–43.
- [11] 万伦, 王顺强, 陈希, 等. 制造业数字化转型评价指标体系构建与应用研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(13): 142–148.
- [12] 李柏洲, 尹士. 数字化转型背景下ICT企业生态伙伴选择研究: 基于前景理论和场理论[J]. 管理评论, 2020, 32(5): 165–179.
- [13] 谢绚丽, 王诗卉. 中国商业银行数字化转型: 测度、进程及影响[J]. 经济学(季刊), 2022, 22(6): 1937–1956.
- [14] 程学旗, 梅宏, 赵伟, 等. 数据科学与计算智能: 内涵、范式与机遇[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(12): 1470–1481.
- [15] 李亚玲, 魏阙. “未来实验室”数字平台驱动下的科研范式变革[J]. 科技智囊, 2023(4): 49–57.
- [16] 窦贤康. 加强基础科学研究以协同创新助力产业发展[J]. 中国党政干部论坛, 2023(10): 56–58.
- [17] 杨晶, 李哲. 试论数字化转型对科研组织模式的影响[J]. 自然辩证法研究, 2020, 36(8): 51–55.
- [18] 刘晴. 科技社团数字化转型的关键维度与实施路径[J]. 科技导报, 2023, 41(22): 15–21.
- [19] 埃森哲. 2023中国企业数字化转型指数[R]. 北京: 埃森哲, 2023.
- [20] 谢仁杰, 邓斌. 数字化路径: 从蓝图到实施图[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [21] 梁慊, 邹德金, 贾月. 科研企业数字化转型顶层设计研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2021, 16(6): 625–628, 632.
- [22] Verhoef P C, Broekhuizen T, Bart Y, et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. Journal of Business Research, 2021, 122: 889–901.
- [23] 周琨, 周明生, 卓娜. 数字经济时代我国制造业的绿色转型发展[J]. 科技导报, 2023, 41(22): 77–82.
- [24] 魏阙, 辛欣, 张敬天, 等. 数字化转型推动科研范式变革的思考[J]. 创新科技, 2021, 21(7): 11–18.

On the innovative paths for scientific research institutions to achieve digital transformation in the context of high-quality development

LI Hongwu

China Unicom Research Institute, Beijing 100176, China

Abstract We explore the deep-seated motivations that drive the accelerated digital transformation of scientific research institutions in the new era of high-quality development. We analyze the unique operational models and business characteristics of scientific research institutions and, on this basis, construct a working approach to promote the rapid implementation of digital transformation, namely "all online" work system. We also sort out various challenges that scientific research institutions may encounter during the digital transformation process and based on the actual situation, summarize and propose an innovative path for scientific research institutions to achieve digital transformation.

Keywords high-quality development; digital transformation; scientific research institution; all online ●



(责任编辑 王微)