

高校数字化转型实践模型研究及应用

——以湖南大学网络安全工作为例

陈 果 尹绍锋 刘 宇

摘 要：随着信息技术快速发展，数字经济迅猛崛起，数字化转型已经成为众多国家和地区的战略布局。同时，数字化转型概念众多，定义不清，使得数字化转型变得愈发艰难，成功率较低。基于对数字化转型概念的研究，提出一种数字化转型实践模型，帮助建设者推进该项工作。该模型指出数字化转型要以组织目标为转型目标，做到技术服务于组织战略；认为数字化转型的内容要素是构成组织的人、物、事等，做到技术实现与业务的统一。该模型将数字化转型规划为两阶段推进路线：第一阶段为数字化阶段，包括要素数字化、流程数字化，该阶段核心价值为实现数字孪生，基于现有组织架构提升工作效益；第二阶段为能力转型阶段，即按照数字化思维优化组织架构、重构业务流程，该阶段的核心价值在于实现数字原生，实现能力创新突破。该模型定义了六级成熟度，用于在数字化转型过程中，评估相关工作的推进效果。通过该模型指导湖南大学网络安全工作的数字化转型，较好地指导工作过程、评估建设成效，验证了该模型的合理性。

关键词：数字化转型；实践模型；数字孪生；数字原生；成熟度；高校网络安全

中图分类号：TP311.5 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-8454(2023)06-0080-08

DOI: 10.3969/j.issn.1673-8454.2023.06.010

作者简介：陈果，湖南大学校园信息化建设与管理办公室副主任、信息科学与工程学院教授，国家自然科学基金优秀青年项目获得者，博士（湖南长沙 410082）；尹绍锋，通讯作者，湖南大学校园信息化建设与管理办公室工程师，硕士（湖南长沙 410082）；刘宇，湖南大学校园信息化建设与管理办公室工程师助理工程师，硕士（湖南长沙 410082）

基金项目：2022 年国家自然科学基金优秀青年科学基金项目“高性能数据中心网络关键技术研究”（编号：62222204）；2020 年国家重点研发计划“智慧城市系统模型理论与模拟计算平台”（编号：2020YFB2104000）

一、引言

近年来,互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术加速创新,日益融入经济社会发展各领域全过程,世界主要国家和地区纷纷加快了数字化转型战略布局。2021年8月,教育部批复同意上海成为教育数字化转型试点区。《“十四五”国家信息化规划》提出,加快推进数字化转型是“十四五”时期建设网络强国、数字中国的重要战略任务。国务院发展研究中心创新发展研究部指出,产业数字化通过将先进的数字技术与传统产业进行较为深度的融合,加快了传统产业的转型升级,并提高了其生产效率,为经济发展创造了新的增长点^[1]。

“数字化”是以技术为载体的一种手段。随着数字技术的不断发展,“数字化”的意义也在不断变化,从数字化转换、数字化升级到数字化转型^[2]。在数字转换和数字升级的基础之上进行的数字转型,代表了第三次数字革命,它具备多路径、多维度和多层次的特点^[3]。

有学者从数字化转型的定义、内涵,以及实践等方面进行了初步探讨,但还没有形成统一的概念^[4]。其中,有学者认为数字化转型是一种策略^[5],也有学者认为数字化转型是一种战略^[6]。贝格豪斯(Berghaus)等认为,数字化转型既包括注重效率的过程数字化,也包括注重增强现有实体产品数字化能力的数字创新^[7]。安德里奥莱(Andriole)等提出,数字化转型不是一个软件升级或供应链改进项目,可能是一个合理运行的系统^[8]。

还有学者认为数字化转型是一种过程或者模式^[9]。例如,格雷戈里(Gregory)等通过对现有数字化转型定义进行语义分析,认为数字化转型是“旨在通过信息、计算、通信和连接

技术的组合,触发实体属性的显著变化,从而改善实体的过程”^[9];美国高等教育信息技术机构(EDUCAUSE)将数字化转型定义为“通过文化、劳动力和技术深入而协调一致的转变,优化和转变机构运营、战略方向和价值主张的过程”^[10];翟云等认为,数字化转型是在新信息技术和数据资源不断增长的双重控制下,经济、社会、政府转型和重建的过程^[11];祝智庭等提出,教育数字化转型是通过加强信息技术促进教育创新和变革的过程^[12];亨丽埃特(Henriette)等提出,数字化转型是一种商业模式,数字化代表了公司的战略、组织和文化利益^[13]。

但在数字化转型具体实践的过程中,成功率并不高。埃森哲公司与国家工业信息安全发展研究中心发布的《2021中国企业数字转型指数研究》显示,2021年我国数字化转型效果显著的企业仅为16%。针对这一问题,有学者认为,企业对数字化转型定义模糊不清,没有认清数字化转型是一个长期目标,过分在意短期收益效果,缺少合适的评价体系,是数字化转型成功率不高的原因^[14]。

综上所述,探索如何高效实现数字化转型,具有重要的研究价值。本文认为数字化转型是策略和过程的结合,并提出了一种实践模型。该模型从策略角度提出,转型应该支持组织目标、支撑战略、与业务统一,并从过程角度提出了两阶段三步骤的实践路径,同时提出了六个级别评估指标。本文用该模型指导湖南大学网络安全工作数字化转型实践,取得初步成效。

二、数字化转型模型

本文提出一种数字化转型四元实践模型

(Four Element Practice Model, 以下简称 FEPM)。四元即组织目标、转型内容、转型路径和转型评估, 如图 1 所示。

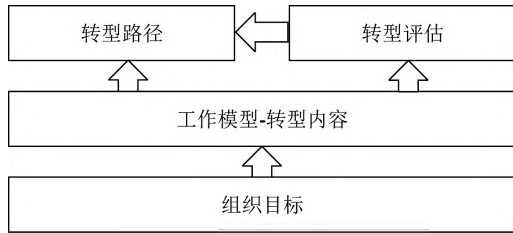


图 1 四元实践模型

该模型从实践角度出发, 认为要实施数字化转型, 首先应该做好组织目标分析, 明确转型需要支撑的战略目标, 继而分析识别出支撑战略的工作模型, 将工作模型中涉及的概念作为转型内容, 并按照一定的路径实施转型, 在实施过程中需要对转型完成度进行持续评估。

(一) 组织目标和转型内容

组织目标即某一工作领域需要完成的任务, 其界定了数字化转型的边界。需识别支撑组织目标的工作模型, 并将模型组成细分为要素、流程和能力, 如图 2 所示。其中, 要素包括有形事物、无形概念, 如人、设备、标准等; 流程为完成工作的步骤、控制等, 要素为流程的参与者、参与者或者产出物; 能力为通过转型产生的更加高效的技术及流程集合。

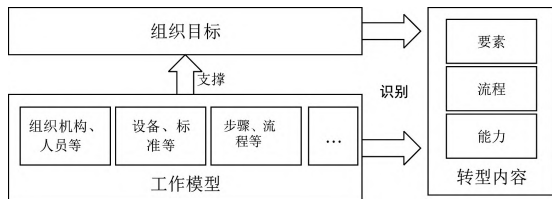


图 2 组织目标和转型内容

(二) 数字化转型路径

路径模块将数字化转型实践规划为两阶段三步骤, 如图 3 所示。

第一阶段为数字化阶段, 价值在于构建工

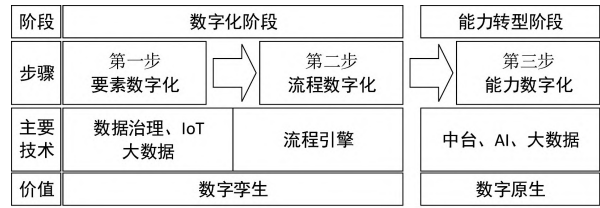


图 3 数字化转型路径模块

作领域的数字孪生, 包含要素数字化、流程数字化两个步骤。要素数字化环节需要的数字化技术主要是数据治理、IoT、大数据, 通过数据治理建立业务领域的标准化数据模型, 通过 IoT 等数据采集技术对物理领域要素相关数据进行实时收集, 并基于大数据技术完成对数据的管理, 在虚拟空间重构业务领域的数字孪生。流程数字化环节需要的数字化技术主要是流程引擎, 通过流程引擎完成对数据要素的状态转移, 进一步完善数字孪生。

第二阶段为能力转型阶段, 价值在于将非原生工作转型为数字原生工作, 主要步骤为能力数字化。该阶段的主要技术为 IoT、大数据、人工智能。通过该阶段建设, 在现有流程模式下, 积极利用物联网、大数据、人工智能技术对非创造性工作进行去人工化替代, 并通过数字孪生充分将人的创造性进行赋能放大, 并与人工智能进行有机融合, 从而完成流程再造, 实现能力创新。

(三) 数字化转型评估

转型评估用于检验数字化转型完成度, 本文基于转型内容的重要程度以及数字化覆盖程度进行评价。

本文将转型内容按照对业务目标支撑的重要程度, 划分为核心、主要、全面三个级别。核心内容是业务领域中作为业务目标直接任务的业务内容; 主要内容是为更好地完成业务目标而需要的业务内容; 除核心、主要以外的其他业务内容是一般业务内容。数字化转型实施

过程中，按照转型覆盖程度可划分为三个级别，如图4所示。

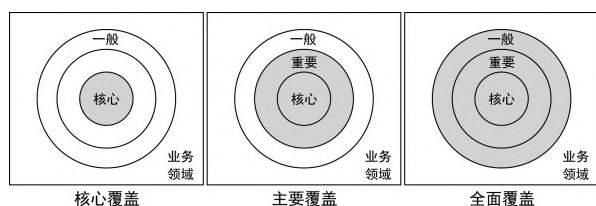


图4 数字化覆盖程度的三个级别

完成核心内容的数字化为核心覆盖；完成核心和重要内容的数字化为主要覆盖，完成所有内容的数字化为全面覆盖。

根据不同数字化转型内容的覆盖度，定义了六级成熟度评价标准，如表1所示。

表1 数字化转型六级成熟度评价标准

	数字化阶段			能力转型阶段		
	核心	主要	全面	核心	主要	全面
要素数字化	I	II	II	-	-	-
流程数字化	II	III	III	-	-	-
能力转型	-	-	-	IV	V	VI

首先，完成核心要素数字化，达到I级成熟度，此时核心要素实现数据标准化，并进行有效的系统管理；完成主要和全部要素的数字化达到II级成熟度，此时所有工作要素均实现了系统管理，不再使用诸如纸质、电子表格方式管理数据。

其次，完成核心要素、核心流程的数字化，达到II级成熟度，即所有核心数据管理、与核心要素相关的流程使用系统管理；进一步完善流程，达到III级成熟度，即主要工作已经有标准化的系统支持，实现了工作的全面数字化。

最后，完成核心能力的转型，达到IV级成熟度，此时已经进入能力转型阶段，由数字化迈进了数字化转型。能力转型的重要意义在于

突破传统组织架构框架，工作流程可以在全局层面进行重构，开始利用数字技术进行工作模式的变革与创新，直至完成所有的能力转换，成熟度由IV发展到VI，转变为数字原生的工作模式。

三、湖南大学网络安全数字化转型实践

本文基于高校网络安全工作进行数字化转型实践，对FEPM进行验证。实践工作严格遵循FEPM规范。首先对高校网络安全工作的目标与内容进行分析，识别该业务领域的要素、流程及能力，然后按照转型路径两阶段三步骤方法进行数字化实施，并在实施过程中进行持续的成熟度评估。

(一) 转型内容识别

1. 目标分析

网络安全包括两大方面内容，一是网络系统安全，二是网络数据安全。网络系统包括各类网络基础设施、软件系统等。保护网络系统安全，即确保网络系统的正常运行和服务提供。而网络安全的核心目标是保护网络数据安全。网络数据安全的特征反映了网络安全的具体目标要求，即实现网络信息的保密性、完整性、可用性、可控性和不可否认性。其中保密性、完整性、可用性是网络安全的基本要求。高校网络安全的核心任务是保护高校数据的安全，确保数据不泄露、完整、准确、可信、可控，最终目标是保护高校各网络系统的安全稳定运行，为师生提供持续稳定的网络服务。

2. 工作模型分析

本文从高校网络安全的工作目标、构成要素以及相关活动进行研究，探索高校网络安全的内涵与本质，为高校网络安全数字化转型实践提供依据。

高校网络安全工作可以描述为四横四纵框架体系,如图5所示。



图5 高校网络安全工作四横四纵框架体系

其中,四横为网络安全的保护范围,自下而上包括机房场地等物理环境、网络服务器等基础设施、应用系统和数据库、用户的上网行为数据。四纵为具体的安全行为,包括:技术防线建设,如环控监测、安全设备等;日常运维维护,如信息资产管理、渗透测试、安全策略配置、护网演练、应急处置等;教育培训,如各类人员安全意识的加强、安全技能的提升等;制度规范建设,如安全管理办法、应急响应规范的实施等。

3.工作要素

工作要素是指用于实现网络安全目标的相关“人”“物”“事”。

“人”即参与网络安全工作的人员。包括:网络安全指导决策人员,一般是学校网络安全和信息化领导小组的成员;网络安全管理人员,一般是学校信息化部门的工作人员;网络安全技术支持人员,一般是学校信息化办的技术人员,以及第三方安全服务厂家技术人员;网络安全其它参与人员,一般是学校二级单位的信息系统管理员、专职或者兼职网络安全专干等。

“物”是指需要保护的各类信息资产。即上述的网络系统,如校园网、服务器、应用系统、

网站、终端等;网络数据,如中心数据库的数据,各业务系统的数据,以及其他各种电子方式存储的数据。

“事”是指为实现网络安全的工作目标,相关人员为保护信息资产安全,所开展的一系列活动。包括信息资产管理、安全形势研判、安全策略实施、安全事件处置等。

4.制度流程

高校网络安全工作流程主要包括事前预防、事中阻断以及事后处置三大块。事前通过资产梳理、情报收集等工作对当前的安全态势进行研判,并形成有效的安全防御策略,消除安全隐患,降低安全风险;事中通过及时发现正在实施的攻击行为,快速阻断攻击行为,有效保护信息资产免遭进一步攻击;事后对发生的安全事件进行复盘溯源,理清攻击路径、发现并消除系统漏洞。

5.安全能力

安全能力是在网络安全工作开展过程中,事前、事中以及事后各环节对应工作的执行能力。如事前的信息资产管理能力、信息情报收集能力和分析研判能力;事中的攻击发现能力、应急阻断能力;事后的恢复能力、溯源能力等。这些能力是技防系统的完备性以及技防人员知识、经验等的综合体现。

设备能力主要是各类安全防护设备构建的技防体系,如防火墙、IPS、态势感知、行为审计等。通过设备实现对安全风险的识别、网络攻击的防护、安全事件的溯源等。设备能力是相对静态的,网络安全威胁却在不断演化。有效的网络安全需要人员能力的介入,人员能力更多体现在对风险的研判、策略的编排、事件的溯源等。在网络安全工作中,人员能力和设备能力相辅相成。优秀的技防人员能够更好地发挥设备的安全能力,而好的安全设备又能支

持人员能力的释放。

(二) 转型路径规划与实施

1. 路径规划

高校网络安全数字化转型的目标是实现“三化六防”的防控机制。高校网络处于高危的互联网环境中，时刻都可能遭受来自各方面的攻击，是一个网络安全的实战环境。高校网络安全工作必须基于学校信息资产、网络态势情况采取动态的安全策略，主动应对可能的安全威胁。高校网络需要防护的不是一个面、更不是一个点，而是一个具有一定广度和深度的立体虚拟空间，要求针对攻击，层层设防阻断，并能够快速识别攻击方向，实现精准防护。高校网络面临的攻击是全时段的、威胁是常态化的，这就要求高校网络安全工作也应常态化，对网络攻击的防御以整体方式开展，各方面能够联合起来共同防御。

要达到“三化六防”的目标，势必要求做到资产清晰、响应迅速、协同高效。而这又是目前高校开展网络安全工作时面临的挑战。

高校网络人员基数大、网络环境复杂、信息资产众多、公网暴露面大，需要完善高校信息资产管理手段，大幅降低资产梳理、资产定位成本，使资产管理实施周期跟上资产更新频率，达到动态、主动防御的要求。在响应方面，要充分加强各种安全设备的使用能力，在遭受攻击时，除了“一键断网”外，丰富其他响应应急手段，达到精准防护的要求。在协同工作方面，建设能够有效整合人员、情报、设备的平台，实现集体研判、统一指挥、协同防御的目标。

针对上述需求，高校网络安全工作的数字化转型中，最终需要提升的是资产管理能力、应急响应能力、协同处置能力。结合网络安全工作要素、制度流程、安全能力三个层面的工

作组成，设计高校网络安全数字化转型路线，如图6所示。

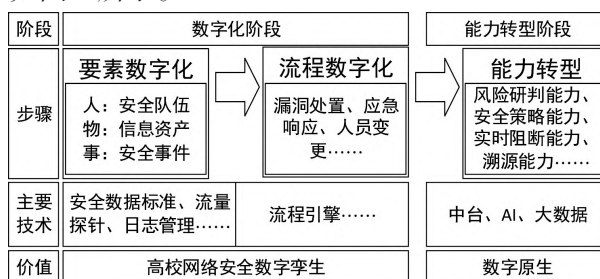


图6 高校网络安全数字化转型路线

2. 建设与实施

基于需求和设计，本文提出网络安全综合管理平台（Integrated Network Security Management Platform, INSMP）建设方案。INSMP按照要素数字化、流程数字化以及能力转型的思路设计，由基础管理、流程处置以及作战指挥中心三个子系统构成。

基础管理子系统主要完成要素数字化。其中，一个重要核心环节是网络安全工作的数据标准化，通过数据标准化清晰定义网络安全所涉及的“人”“物”“事”，为建立网络安全数字孪生奠定基础。

流程处置子系统主要完成流程的数字化。其核心价值是对网络安全工作中各项工作流程的梳理和标准化，设计高效合理的流程，提升网络安全工作的执行效率，降低执行成本。通过流程处置，完成对工作要素的有机整合，进一步推进数字化转型。

作战指挥中心子系统是网络安全工作数字化转型的最终形态，是在要素数字化、流程数字化后对网络安全工作的一次全面审视。其充分引入大数据、人工智能等技术，完全按照数字原生的理念进行网络安全工作流程再造，将人与人、人与技术的能力充分融合、取长补短，实现最佳组合、能力创新，完成由非数字原生向数字原生的转变。

(三) 转型评估

最后，识别高校网络安全工作模型，并根据其对网络安全工作目标支持的重要性，对相关重要程度进行分级，如表 2 所示。

表 2 数字化转型内容分级

	核心	重要	一般
要素	信息资产、安全人员、流量	安全设备、日志	-
流程	漏洞处置	应急响应	-
能力	实时阻断、数据保护	研判、策略、溯源	-

在经过第一阶段建设后，湖南大学进行了网络安全工作相关数据的标准化建设，将信息资产、安全队伍等进行了系统管理，建立了态势感知平台，在核心等部位部署探针收集流量并进行分析，并基于一网通办建设了网络安全漏洞处置等流程。

基于评估结果（见表 3）得出，湖南大学本轮网络安全工作数字化转型工作，达到了Ⅲ级成熟度，初步实现了设计要求。下一阶段的建设主要目标是进行职能规划、流程重构，并构建全新的安全能力。

表 3 数字化转型评估结果

	数字化阶段			能力转型阶段		
	核心	主要	全面	核心	主要	全面
要素数字化	√	√	-	-	-	-
流程数字化	√	√	-	-	-	-
能力转型	-	-	-	-	-	-

四、结语

本文提出了数字化转型的四元实践模型，并基于高校网络安全工作进行验证。总体上，

该模型从技术层面探讨了数字化转型的一个比较直观的实践路径，在实践中也较好地相关工作的开展提供了指导。但是，高校网络安全工作相对单纯，且本次实践也因为客观限制，不能在短期内完成所有实践指标。因此，该模型要应用于更加复杂的业务体系，还需要进一步细化完善。

参考文献：

[1]国务院发展研究中心创新发展研究部.数字化转型：发展与政策[M].北京：中国发展出版社,2019:13.

[2]BETSY R. Consider the three ds when talkingAbout digital transformation[EB/OL].(2020-06-01)[2022-12-06].<https://er.educause.edu/blogs/2020/6/ider-the-three-ds-when-talking-about-digital-transformation>.

[3]兰国帅,张怡,郭倩,等.推动高等教育数字化转型：优化、持续和创新——《2020 年十大 IT 议题》报告解读与启示[J].开放教育研究,2020,26(5):14-21.

[4]MORAKANYANE R, GRACE A, OREILLY P. “Conceptualizing digital transformation in business organizations:a systematic review of literature”: Proceedings of the 30th Bled Econference: Digital Transformation –From Connecting Things to Transforming Our Lives[M]. Bled: Bled eConference Press, 2017.

[5]CICHOSZ M, WALLENBURG C M, KNEMEYER A M. Digital transformation at logistics service providers:barriers, successfactors and leading practices[J]. The International Journal of Logistics Management, 2020,31(2):209-238.

[6]KANE G C, PALMER D, PHILLIPS A N, et al. Strategy, not technology, drives digital transformation[J]. MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press, 2015 (14):1-25.

[7]BERGHAUS S, BACK A. Stages in digital business transformation: results of an empirical maturity study [M]. MCIS, 2016:22.

[8]ANDRIOLE S J. Five myths about digital transformation[J]. MIT sloan management review, 2017,58(3): 1-15.

- [9]GREGORY V. Understanding digital transformation: A review and a research agenda [J]. *Strateg Inf Syst*, 2019,28(2): 118–144.
- [10]BROOKS D C, CORMACK M. Driving digital transformation in higher education[J]. *EDUCAUSE*, 2020(4):1–29.
- [11]翟云,蒋敏娟,王伟玲.中国数字化转型的理论阐释与运行机制[J].*电子政务*,2021(6):67–84.
- [12]祝智庭,胡姣.教育数字化转型的实践逻辑与发展机遇[J].*电化教育研究*,2022,43(1):5–15.
- [13]HENRIETTE E, FEKI M, BOUGHZALA I. Digital transformation vhalenges[M]. *MCIS*, 2016:33.
- [14]李剑峰.企业数字化转型的本质内涵和实践路径[J].*石油科技论坛*,2020,39(5):1–8.

Research and Application of a Practical Model of Digital Transformation with the Network Security Work of Hunan University as an Example

Guo CHEN¹, Shaofeng YIN², Yu LIU²

(1.College of Computer Science and Electronic Engineering, Hunan University, Changsha 410082, Hunan;

2.Office of Informatization, Hunan University, Changsha 410082, Hunan)

Abstract: With the rapid development of information technology and the rise of digital economy, digital transformation has become the strategic layout of many countries and regions. However, the concept of digital transformation is diverse and unclear, which makes it more difficult and has a low rate of success. Having researched into the concept of digital transformation, this paper proposes a practical model of digital transformation to help promote digital transformation. The model points out that the digital transformation should take the organizational goal as the transformation goal, so that technology can serve the organizational strategy. It is believed that the content elements of digital transformation are the people, things and events that constitute the organization, so as to achieve the unity of technology realization and business. The model proposes two stages and three steps to promote the route. The first stage is the digital stage, including element digitization and process digitization. The core value of this stage is to realize digital twins and improve work efficiency based on the existing organizational structure. The second is the stage of capability transformation, that is, to optimize the organizational structure and restructure the business process according to digital thinking. The core value of this stage is to achieve digital natives and achieve breakthrough in innovation capability. This model defines six levels of maturity, which are used to evaluate the promotion effect of digital transformation in the transformation process. The model guides the digital transformation of Hunan University's network security work, better guides the work process, evaluates the construction effect, and verifies the effectiveness of the model.

Keywords: Digital transformation; Practice model; Digital twin; Digital native; Maturity; College network security

编辑:王晓明 校对:李晓萍