

面向智慧教育的教育“信息化”观察*

权国龙¹, 顾小清²

(1.江南大学 教育信息化研究中心, 江苏 无锡 214122; 2.华东师范大学 教育学部 教育信息技术学系, 上海 200062)

摘要: 在未来教育的个性与智慧培养诉求中, 数字信息世界被寄予厚望。教育信息化2.0的推出和智慧教育的发展对智慧服务环境都有寄托。如何在已有教育信息化工作基础上更直接地走向这个目标需要多角度思考。通过信息化连通意识世界与数字世界以“智慧化”数字教育环境, 或可作为科学地审视这一问题的门径之一。其要点在于从信息科学视角深化教育的信息化研究工作, 要害在于教育信息的技术化过程。回顾教育信息化2.0的背景与智慧教育理论研究, 有利于认清现实问题, 优化并推进未来教育信息化工作; 运动与变化中聚类定型可以成为对教育信息进行技术塑造的基本要点。教育信息化需要通过对教育信息的技术塑造连通教育意识与数字世界, 而服务于个性与智慧培养的智慧服务环境在应教育参与者即时需求的逻辑演变中呈现高级的“神经网络”功能, 它需要在教育信息的技术塑造中成长为智能化的、人性化的技术实体与服务形象。教育信息化的后续发展需要侧重教育信息的“流-态”设计, 以及教育信息流通架构的思想、方法、策略和实施, 以通过“智慧育人”切实推进教育信息化2.0发展, 响应“立德树人”教育改革政策。

关键词: 智慧; 智慧教育; 教育信息化; 信息科学

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

教育信息化是以信息化手段作用于教育呈现出来的教育形态转变过程。智慧教育就是信息化教育所转变的教育形态。智慧教育是一种境界, 也就是一种系统状态; 按其理论研究^[1], 可以理解为智慧方式与环境作用下的教育, 或者是面向智慧、追求智慧的教育。其内涵重点表现为智慧教育的途径与方式及期望中的人之智慧。前者涉及如何达到智慧教育的方法论, 后者指向教育的目的。大教育语境下, 智慧教育的追求就是要通过提升“知能”水平, 帮助受教育者形成智慧、完善人性与人生^[2]。伴随着各式信息技术形态的介入, 如何在教育信息化后继推进中更有力地促进教育形态的转变与教育境界的提升, 是个需要多番思虑的问题。本文在回顾教育信息化历程的基础上, 从大数据时代的教育信息科学应用着眼, 基于整合教育发展目标、教育实践需要、学习科学理论、分布式技术架设与教育信息处理及教育数据规范等多层知识应用, 提出应当对教育信息进行“流-态”定型, 并在不同层面做教育信息流整合性设计, 以通过教育信息数字流通为智慧教育服务体系的形成与完善铺平道路。基于教育信息技术形塑的教育信息化发展系统性架

构, 在逻辑上具备通达未来教育目标的理法条件, 在实践中具有着床于实际问题的推进依据, 可为教育信息化2.0发展提供参考。

一、智慧教育

(一)智慧教育的意涵

智慧教育旨在帮助受教育者全面、协调、可持续地发展其高智能、创造力, 并形成智慧以终能共善于自己、他人和社会^[3]。在宏观上智慧教育具有适应于具体时代、能在一定程度上引领人类和社会发展的特点^[4]。教育信息化语境下的智慧教育更侧重“教育的智慧”, 它指向信息化教育的内容、途径与方式。它是“通过构建智慧学习环境, 运用智慧教学法, 促进学习者进行智慧学习, 从而提升成才期望”的教育^[5]。

智慧一定是指人, 本质在于人运用知识的能力。能力是智慧的外显, 相应地创新成为新时代智慧教育的外在体现。智慧的发展可以通过物态智能辅助加以提高。人类的认知、统计分析、观察、记忆、决策等在智能化辅助下得到更好的支撑, 从而使其智慧效能得以提高^[6]。教育信息化所推进

* 本文系国家社科基金一般项目“吴地文化遗产网络知识服务研究”(项目编号: 14BTQ040)研究成果, 受中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号: 2017JDZD07)资助。

的智慧教育强调创建具有一定智慧特性(如感知、推理、辅助决策)的学习环境^[7],运用智慧教学法(Smart Pedagogy)和辅助学习者进行智慧学习(Smart Learning)。在此环境中,学习者可以对学习环境、生活环境和工作环境进行灵活的适应、塑造和选择,并在智慧服务帮助下利用各种技术参与实践活动并不断地创造制品和价值^[8]。这个过程就表现为主体的智慧学习。智慧学习的目标是形成学习智慧,提高创新能力^[9]。学习者可以借助智慧环境,按需获取学习资源,灵活自如地开展学习活动,快速构建知识网络和人际网络。智慧学习孕育于智慧教育发展的土壤,将搭乘推进智慧教育的便车而与智慧教育共同发展。

(二)智慧教育的核心内容

智慧在本质上是人在意识与思维过程中知识结晶的体现,是心智过程的品质表现。智慧的中文意思是“能迅速、灵活、正确地理解事物和解决问题的能力”^[10]。智慧(Wisdom)在剑桥在线词典中的释义是“利用知识经验做出好的/善的决策和判断的能力”^[11]。可见,智慧表现为灵活、正确、迅速,体现在对事物、问题的理解、解决、决策与判断,价值取向是好的、善的,其基础是知识(储备)。

智慧教育追求人的心智品质,实践中要凭借具有智慧品质的智能化环境,利用智慧的方法开展智慧教学与智慧学习。即智慧的品质要求贯穿于教学和学习活动的全过程。对于学习者而言,就是通过发现、发掘,培养自己的智慧,发展并完善自我,形成属于个人的智慧脉络与智慧品质,从而更好地面对生活、贡献自我^[12]。更具体地智慧教育与学习中涉及辨析判别和发明创造的能力。而这些能力的形成有赖于智慧的环境条件、教学与学习过程。从环境与人的相互作用来看,智慧环境的作用表现在两个方面:人和物的智慧。前者是人之间的智慧作用,后者则是人与物间的智慧作用。虽然在内涵上两种作用都有灵活的适应性,但还是有不同的。如果环境具有智慧特性,对于追求人的智慧的成长,无疑是一种更好的条件。作为外围环境和条件,人的智慧(教师等)可通过培训、专业发展等不断提高;而环境智慧(物的方面)或可赖于智慧计算^[13]。

作为智慧教育的重要条件,智慧学习环境将基于学与教的原理被植入人类知识的结晶并智能化地服务于人类学习。如果说,智慧教育主要涉及分别依赖于智慧计算、智慧教学法和学习科学的智慧(学习)环境、智慧教学与智慧学习,那么,在信息技术环境下,这些将集中体现在嵌于物的智能化模块,即智慧环境中的智能功能部分,其中将融入教

学法与学习科学中的规律、原理等反映人类智慧的知识结晶。作为重要部分的智慧学习环境,它辅助学习的功用体现在——大量繁琐的、机械的、简单重复的学习任务由计算系统或其他智慧设备分解,学习者可以将更多的注意力、记忆、动机等投入到更为复杂的、更需智慧的学习任务中。这样,环境带来的额外负担将被化解,使学习者可以更专心于批判性思维、创造力、协作能力、平衡能力以及问题解决能力的发展^[14]。

智慧环境的创建和智慧教育的发展,终不能离开人的智慧的参与。推进中需要进行“人的智慧的电子移植”,使环境具有这种品质——灵活、正确、迅速地启发学习者理解事物、解决问题、做出决策与判断,以帮助学习者储备知识、发展心智。这是用人造智慧促进人的智慧的发展。换句话说,就是将人脑的功能品质移植于数字环境,使其以“达智慧”的状态服务于人的学习与生活。只是,相对于依赖智力的技术主义与技术实现,智慧教育更强调(默会)知识、创造力的综合运用以及心智运算向外部实践的转换,重视伦理道德和价值观在学习、生产和生活实践中的引领作用^[15]。所以,依赖于智慧环境中的学习,只有结合价值观、生产实践、理性思考和所学的技术与方法,才能真正表现出智慧来,逐步使人在学习、工作与生活中到达智慧的境界。合理的应用价值取向和尚善的学习动机是不可缺少的。

智慧教育轮廓清晰可辨,其目的、方向、组成和重点已经明确:智慧教育是一种新范式,新的境界;实现中强调智慧环境,追求的是培养“智慧人”,落实于智慧教学和智慧学习。在技术上,智慧教育的设计与实现,有赖于大数据应用背景下的诸多技术,包括统计分析、人工智能、分布式计算等。实现智慧教育的途径、策略与方法等方面还需要不断探寻。

二、教育信息化的发展

在信息化教育发展中不断推进对新教育境界的追求,这是我国教育信息化工作一直在实践的工作。而近几年出现了较多教育信息化研究热点,包括翻转课程、“互联网+”、微课、大数据、智慧教育、云计算、数字化校园。它们代表了教育信息化发展的新阶段。

(一)教育信息化发展主线

教育信息化从20世纪90年代起步至今,已经在一系列教育信息化政策、项目的引领下走过20多年。从网络与硬件设备配备、资源设计与制作、信息化网络与媒体环境建设到教育资源的改型升级、

教师教育技术能力培训、教育信息化领导力,教育信息化发展历程扎实稳进,不同时期的实施亦各有侧重,整体上反映出阶段性的理念变化^[16]。

在信息化教育政策方面,《教育信息化十年发展规划》等多项政策与《农村中小学现代远程教育工程》《三通两平台》等工程的实施,已经使我国教育信息化工作在基础设施建设、资源与标准化建设、设施与资源应用等方面快速地迈出一步。随着政策的更新与项目的实施,基础教育信息化发展成效显著,高等教育的基础设施建设、数字化资源建设、远程教育建设与实施已显现规模。已有的教育信息化建设,为信息化环境下的教育与学习发展提供了有力支持^[17]。

在信息化教育实施中,《国家基础教育资源库建设项目》《全国中小学教师教育技术能力建设计划》及“国培计划”等的推行,为提高国家教育信息化软实力不断倾注了持续性力量,形成充分的积淀。在硬件资源建设经历一个阶段后,约2006年前后,教育信息化开始更加关注资源建设与教师教育技术能力提升。在教育技术学专家深入总结并反思当时教育信息化发展后,技术回归教育和技术创新应用成为教育信息化发展的主调。当时教育信息化被认为已经步入以应用能力建设为核心的发展阶段,主要表现在学习方式与教学方式的创新与变革。

然而,技术的使用并不必然地带来教育变革。研究者、决策者和实践者对技术应用的积极创新,以及教育机构与系统的革新,是教育信息化推进的焦点^[18]。专家指出,(当时)教育信息化推进中出现了一些深层次、结构性的问题,包括观念陈旧制约了信息化应用的深层次发展,优质教育资源结构性匮乏,信息化人才培养效率低下,教育信息化标准体系在实践中的缺位。尤其是农村远程教育存在应用瓶颈^[19]。教育信息化发展中,要减少以演示、讲授为主的低层次信息化教学应用,转向将信息技术作为学习工具、认知工具、评价工具等“开放的、学科知识与综合能力并重的信息技术与课程深层次整合”的发展;通过教学方式和学习方式的变革促进学生创新思维和实践能力的培养,以及教育教学改革的深入发展^[20]。从信息生态的角度看,教育信息化推进要以人为本地系统规划,在技术消融的同时达到系统动态进化与互联,在学校组织结构优化与市场竞争体系不断创新中逐渐发展。即“采用系统观和生态观来指导教育信息化的实践”^[21]。也有专家从项目评估的角度指出,教育信息化的持续发展与规划中需要以评估为依据^[22],而项目的成本效益评估不可忽视^[23]。

同时期,约在2010年信息化领导力成为教育信息化研究的焦点,形成一波小高潮。这似乎预示:深化信息技术应用要靠某种动力和能力推动以产生效应,尤其是来自校长的这种能力。如此,信息技术在教学过程与资源中的应用将具有实践的向导与动力,教育信息化发展又前进了一步。研究认为,信息化领导力是教育信息化研究中的一个重要命题;虽然国内已进行了大量的研究与实践,然而相关研究还处于发展阶段^[24]。“信息化领导力”的学术关注度约在2011年出现短暂回落,次年开始又迅速回升,呈上扬态势直到现在。这更加说明,信息化教育推进中技术应用的引领力量是重要要素之一,扮演系统动力的角色。

而约在2013年前后,以微课、MOOC、翻转课堂为代表的研究与实践,领跑教育信息化工作的推进,形成了一个新阶段。在这个时期的研究中积累了许多在线学习经验。如,国际上利用“Web 2.0应用”进行的教育实践探索研究成果,及其中分布式认知理论、维果茨基的社会文化理论和情境认知理论将奠基当下技术在教学与学习中深度应用的点旨^[25]。新技术及其应用形态的出现,为教育信息化发展注入了新的强劲动力。从发展情势看,当前正经历着“新技术”应用浪潮的高姿态上扬阶段。在五至七年的周期中,其学术关注度是否会在近一两年从强势登场转向降温回潮,还有待继续观察,尽管批判之声已不绝于耳。现在的慕课(MOOC)、翻转课堂、微课等研究关注度还处于巅峰状态。不过就其本质存在性讲,它们对于信息技术教育应用本有着比较有力而深入的推动作用。因为它们涉及对数字教育资源新形态的创制和信息化环境下教与学过程的全新设计——这是教育信息化两个最基本内容。尽管后期会受到制约(如现行教育体制与格局),但这一点需要明确。

如果说教育信息化是围绕教育信息化情境下的重要要素进行的面向国民进步和未来新型教育生态的创造性建设活动,那么已有教育信息化工作看起来,已经经历了实体技术建设(基础网络、硬件设备、资源建设)、专业人力资源培养(能力培训、领导力培养)和技术与教育实践熔炼(技术整合应用)等重要时期,并逐渐形成了可贵的实践积累、经验教训和前瞻时机。将近过半的2018年被定为“教育信息化2.0”元年,以融合创新为主旨。在推行中已然有了新的框架与图景^[26],主要强调基于信息技术的教学创新、基于互联网的教育服务创新和信息化时代的教育治理创新三方面,以及大资源的开发、应用和服务、师生信息素养提升和融合与创新

续表

	学习测量 学习空间	重构教师角色 发展计算思维	分析技术 虚拟现实
	创新文化 深度学习策略	弥合学业成绩差距 学校领导变更与 持续创新	人工智能 物联网
2017高等教 育版	混合式学习模式 协作学习	提高数字素养 整合正式与非正 式学习	自适应学习技术 移动学习
	学习测量 学习空间	大学毕业生率差异 推进数字平等	物联网 下一代学习管理 系统
	创新文化 深度学习策略	管理知识老化 重新思考教师角色	人工智能 自然用户界面

发展三方面的转变^[27]。这可算是又一波转折——尽管它承接了近十年的技术应用实践历程，但其共识更强烈、内涵更丰富、形态更多样、增长更有爆发性。最近的学界大会，都以高度浓缩的信息/数字技术应用相关术语提旨，定向于重要的应用议题。将有更多的技术形态将以更多方式参与教育信息化进程中，如教育大数据利用、人式智能应用、量化自我，全新虚拟技术应用等。不同形态的技术手段之间的组合与重构或将为教学与学习带来更加别样的体验。这其中较为重要的是，比较于以前对实体技术的倚重，后期对已有技术的应用、改良和新技术的创造与使用都将以技术性智力贡献为基础要素，并以切合需要、符合价值追求为向度。也就是说，其技术特性要求更高、智慧贡献要求更突出，亦即软技术实力将是成就新阶段教育信息化结果的重要元素。技术连于关乎理念的方法，技术与方法间有表里关系。新技术形态的出现更加表明了教育技术界对应用于教育与学习的技术性新创制，以及对技术在其中的应用的新认识。

(二)教育信息化新航标

信息化教育是面向未来的智慧化教育，将基于网络环境而更加开放，更加重视学生个性化和多样性，注重引导学生主动探究和快乐学习，让所有孩子都能享受到优质教育资源；它将更加强调终身学习并具有智慧特点^[28]。开放、多样、个性的信息化教育新格局，需要更为稳固、灵活的数字化学习环境与空间作以支撑，需要适切、优质的学习资源支持。而驱动并影响教育技术深度应用的技术形态与应用挑战已在近年的“地平线报告”中竞相显现。

根据2017版《新媒体联盟地平线报告》基础教育与高等教育版对教育技术应用的趋势、挑战与技术展望分析，当前较受关注的主要有系统性学习要素、人的数字素养和新技术形态三个方面。其具体的内容预示着，教育信息化推进中的教育技术应用倾向于造就一个数字化生态系统，其中涉及了环境、方式、人、资源与作为人体延展的媒介与技术。它的部署暗示着对人才培养的渴望与苛求。未来的信息化教育或将变成人类智慧与灵性“进化式”升级培育的超级系统。两份报告中指出的未来五年(2017-2021)影响基础教育变革的六项主要趋势、六个关键挑战及六项技术进展，如下表所示。

学校应用教育技术的趋势、挑战与技术展望表

地平线报告	驱动学校应用ETR 重要趋势	影响学校应用ET 的挑战	进入主流应用ET 的展望
2017基础 教育版	编程素养 STEAM兴趣	开展实景体验式 学习 提升数字化素养	“创客”空间 机器人

而且，从2014年到2017年的“关键趋势”对比中明显可以发现，未来的教育技术应用越来越聚焦于学习^[29]。比较而言，数字化学习模式、可拓展的学习空间设计、关乎绩效的测量与深度问题，以及学习生态文化的建立，这些关键趋势差不多是一个体系化学习系统的重点要素。在NPDL深度学习能力体系中，更是强调了主体学习中较为重要的要素：个性化、批判、创造、沟通与协作，除了公民权外^[30]。

当前的教育信息化研究与应用，已经不像几年前那样主要以资源与学习方式与模式设计为直接目标，而是剑指基于数字化资源与学习过程设计追逐智慧人才培养的高一层次目标。未来教育信息化推进中对学习的测量与深化，对主体数字素养、知识更新与智慧创新的诉求将成为最为直接的目的。然而，虽然教育信息化进程在不断推进，但是回顾于大规模应用实践，要近身于彼岸之花尚有较远行程。

三、教育“信息流”与智慧教育

以教育信息化发展智慧教育，必须在数字世界里找到现实的映射空间，并在其中建立数字交通设施。人类知识与主体学习也只有在数字世界里运行通畅，才可以通过数字环境智慧地回馈到教育的“意义世界”里。无论是地平线报告的航标，还是智慧教育的理念与追求，其核心在于学习设计与智慧追求。其设计与实现需要在理论与实践上紧密结合，在信息层面进行转换与流通，并以数据形式存在于数字世界。

(一)教育的“信息化”

教育信息化在推进过程中，由于参与主体与实践“场域”的关系，大量的教育信息化工作都处于现象与知识层面。教与学的理论和教育技术应用等研究，都源于现实的现象与问题并结束于由特定的方法与过程而来的具有现实意义的结论。研究的结论到底是处理于知识层面，而非信息层面。之所以从信息科学视角看待教育信息化工作，原因有两个。一是教育信息化的目的是教育现代化与智慧教育，而其实现需要借助于信息技术与数字网络。信息在这两者之间具有桥

梁作用，它可以连通教育的意义世界与机器的数据世界。二是“信息化”是将现实事务转化为信息，以便于信息在数字网络世界中管理、流通等，从而利用电子信息快捷的优势加速意义世界的运行。而教育就可以通过其自身领域信息身在其中。

对意义世界中教育现象与教育问题的研究，如何转入到信息层面，其中的关键就在于研究的过程。笔者曾与一位美籍华裔学者交流有关知识产生的问题，其认为知识的产生基本都遵循基于数据与证据研究的过程。也就是说知识产生的过程就是这类研究进行的过程；研究中所用的数据与信息，就是知识产生的基础。实际上在美国的许多社会工作中就带有数据记录的任务。所以，这种基于数据与信息的问题与现象研究，其中就包含着“信息化”的过程——至少可以作为其中一种。而如何将众多研究过程的产品系统地联结起来，却是一个复杂而浩大的工程，并非一时一组之力所能及者。

教育信息化工作已经取得不少成绩——长于顶层设计、善于主流技术讨论，富于大规模应用推动，而且近年的实证研究也不断增多。但从长远目的和科学视角看，其中也存在根本性的问题，尤其是在数字世界与信息层面审视的时候。(1)基于数据的实证研究中少有全面考虑区域或学校教育信息应用者，而使研究中的相关信息过程不能产生“信息化”应用作为；(2)基于证据的实证研究中大有缺少信息化视角与方法者，而使其难以进行“信息化”应用；实际上，信息化视角与方法不仅可以用另一种视角观察研究工作，而且能使研究中的数据与信息处理更切实、更清晰，从而使研究工作更容易地移植到实践“场域”；(3)教育信息化推进中顶层设计之下缺少信息化操作方略，而使学校等推动单位无着手相应的信息化工作；(4)更为底层的，教育数据缺失或失范而无法使教育信息在数字网络中流动。然而教育信息化研究与工作终究要搁置在信息层面，操行于数据层面。

(二)教育信息的“流”与“态”及其流通

从信息科学视角看教育信息化推进中必然存在“信息流”问题。课程、教学、资源、师生等诸多要素，以及教育管理、教育活动、教育应用等诸多活动，甚至包括学校教务、行政、后勤、基建等部门事务在系统化运行中会产生大量的信息。这些信息会向上汇集、向下通达，或横向传输、纵深融合等。而所有信息会在有序的教育管理和教与学各项活动中形成一股股的“信息流”。“信息流”是教育信息化中产生的教育各方面事务、活动等各类相关信息在支持完成教育现象与活动时形成的流动

变化的集合体。信息在存储时、在流通中、在显示时根据应用场景所呈现的形态，就是“信息态”；它会随着运行事务、使用者特征与需要和技术限制而表现出不同的形态。信息流动过程中，各种异质异态信息将发生形成、运算、转移、转换等各种变化。“信息流”将影响相关教育、教学或学习的活动或操作是否能够在数字世界里顺利完成。而“信息态”作为各种教育信息在不同的源头、“驿站”、加工点呈现信息内容时的信息形态，一般受到设备、操作需要、交互需要的影响，也直接关系到信息在机器、数字与意识世界中意义的统一性与可理解性。“信息流”与“信息态”教育信息化进行中需要考虑的信息科学问题。

处于意识与现实世界里的教育信息化工作与智慧教育研究，如果不能在信息世界里围绕相应的“信息流”与“信息态”展开，则信息化的结果难以通畅；更何况信息的流通与应用更要以数据流与数据形态为基础。信息的本质是客观事物之间及其内部的联系的确定性或不确定性记录。联系是指事物之间及其事物内部诸要素之间的相互影响、相互制约和相互作用^[31]。钟义信教授的“信息-知识-智能”转换规律说明，信息正是在外部世界与认识主体相互作用的过程中展现它的全部运动规律：本体论信息转换为认识论信息，进而转换为知识、智能策略和智能行为^[32]。所以，在信息化教育推进与智慧教育追求中，需要完成知识与信息的转换，以便在设计与实施中，能够更加顺利地实现教育信息的数字操作与流通，从而加速信息化教育进程。

教育信息化实际推进中对“信息流”的研究相对匮乏。受信息化研究的规模、所遇问题的大小，以及实施的便利与成本等因素影响，“信息流”与“信息态”的研究并不乐观。这突出地表现在：(1)“信息孤岛”的问题一直没能解决就是因为信息形态不一、信息流通不畅；(2)教育信息化实践中和各级应用学校中，符合发展情态与目的的“信息流”与“信息态”并未形成；(3)符合教育信息化预期、服务于“知能发展”的智能化服务框架在应用推行中并未找到很好的信息参照框架——尽管教与学的研究已为数不少；(4)在智慧教育与教育大数据应用之间缺少应有的信息与数据空间，使得以数字网络与设施为依托的智慧教育无法在数字世界中建立配套的智能化方略与数字化体系。

不断发展的教育信息化需要以“动态演化”的方式不断向智慧教育发展。而信息流与信息态的研究与发展，也将随着不断的演变而逐渐形成可以扩大应用的套件，进而正式应用于智慧教育服务中。

尤其是教育信息在数字网络中的流通,将随着不断发生的教育活动产生大量信息流;信息“流—态”的明晰也将预示适应于教育发展需要的信息流架构与规则必将趋于成熟。如信息技术应用研究一样,这些都需要群体智力系统将知识、技术特性与其它客体因素作为参考。

(三)推进信息“流—态”与信息流通设计

智慧教育以智慧地培养智慧人为目的。教育信息化2.0也旨在开放、个性多样的环境中服务学习者的个性与智慧成长。新阶段的推进中要争取实现向大资源的开发应用和服务、向提升师生信息素养和向创新发展的“三个转变”。这将主要依赖于数字网络环境与数字教育资源。而从规模性群体效应看,数字环境与资源或可用来支撑大规模教育应用和指数级应用加速——这是信息化带来的发展优势。

教育信息化2.0是一项移植智慧的工程。长远看当以智慧教育环境孕育学习主体智慧,以教育信息转换、教育信息流通构筑智慧教育环境,以教育数据科学实现教育信息转换与通达,并以教育、教学与学习原理的科学研究指导信息“流—态”设计及其流向。只有这样,才能在动态演进中减少消耗,促进数字时代教育发展。智慧教育作为未来教育的理想状态,其实现并不简单地取决于人们的意愿。它是由社会需求与技术进化的相互作用决定。面向具有社会期望的智慧教育,当前的教育信息化2.0与后续的教育信息化X.0推进中,需要主要推动群体以智慧教育与教育信息化之目的为向标围绕教育信息的技术设计与数据实现等主要议题展开。

1.个性智慧信息建模靶向智慧培养核心目标

追求智慧教育,个性化培养是主要教育理念之一。智慧教育面向学习者的智慧发展,而智慧离不开一个个独一无二、不可复制的生命个体;推进教育信息化,就要面向个体的智力培养,促进其健康成长和智慧发展。而信息技术的发展可以先进教育理念为指导,强力支持个体学习者自身发展。愈发全面、深入且具有教育与生命价值的教育信息化发展,越来越具有打破计划统一、教法整齐、教材类同、学程单一的旧教育格局的力量;从多样的研究到丰富的应用,再到充分的多功能技术支持,技术应用逐渐深化的教育信息化越来越能够支持以人为本、面向个性化学习的新教育格局。

个性智慧信息建模是对学习主体智慧达成的过程与结果中核心要素、重要元素或主要影响因素进行信息层面的模型化呈现。一者主体个性化智慧生成能力是现代智慧教育的目的,二者机器世界、数字信息世界与意识世界的运行需要在智慧教育目

的之下实现信息层面的目标图景,以期信息化与智能化工作有的放矢。主体的个性智慧建模在文化与理念层面具有不确定性,但是在信息层面或许相对确定。而多源多样的个性智慧建模可以弥补信息化建模中对智慧成分的遗失。可以从教育理念与文化生活中寻找个性智慧的“种子”。

2.教育信息流通架构连通智慧教育服务

面向智慧教育的教育信息化2.0,需要为学习和教学提供智慧服务。“以学生为中心”和智慧人的培养,需要明确可提供的智慧服务,包括服务于智慧学习、智慧成长的途径、策略、方式、种类等。智慧教育服务是智慧教育建设的软体,与其硬件环境建设相对应;它使数字教育资源与环境建设的目的与功用得以更为适宜地发挥。

智慧服务需要依凭已有和未来的研究成果。智慧教育新格局将使教育逐渐从“施教”转向“提供服务”,使学习者由“被教”的对象变成“被服务”的主体。面对不同的学习群体、不同的学习需要、不同的学习方式、渠道等,智慧教育教学服务在实践推进中需要有适当的教育教学理论为基础。承担重要任务的智慧服务环境要变成现实,就必然需要把教育教学理论与学习科学规律转化为可与信息技术结合的形态,以便在信息层面上操作,这也是完成“人的智慧的电子移植”的关键。所以,结合理论与技术以形成可操作的方案,是信息化工作的重点。然而丰硕的理论成果有各自侧重的内容;其所关心的焦点是教育的某一个或几个维度,某一个或几个因素。而面向个体、群体提供教育服务时,需要进行非常全面、系统的考虑和与统合。

学习科学可以为智慧培养和智慧服务功能提供可靠的信息化设计依据。它是一个以学习为核心的重要的跨学科研究领域。它不仅为包括开放教育在内的整个教育系统的变革提供了全新的思想,而且为教育实践创新提供了许多新的技术与系统的教育干预^[33]。学习科学的任务有两个:真实情境中的学习理解和在设计环境中如何更好地促进学习^[34]。以学习科学为基础,结合教育教学原理,可以为智慧教育教学服务提供现行或未来实施体制下服务框架的研究提供基础。如,正式的课堂教学与学校教育实施中智慧服务内容与形态,非正式家庭学习、校外学习和社会化学习中智慧服务的渠道、内容与形式等。

智慧服务中涉及大量多源多样信息。教育信息的流通架构将为实现智慧服务展现清晰的图景与脉络。其中重点在于智慧服务中将应哪些需求,需要汇集哪些信息,需要用怎样的通路以齐集信息,进而进行判断与推理,给出建议并表达。在当前教

育信息化格局下,可以依据教学与学习需要,分层架构信息流通结构,连通教育信息网络,以为学习个体与群体提供便捷的学习机会、适当的资源、及时、实用的指导和科学、客观的评测与反馈,以及正确可靠的咨询等要件。

3 教育信息“流—态”活化智慧教育环境与设施
智慧教育的目的及其服务引导下的信息流与信息形态最终可以通过教育数据与信号的流通“活化”数字化设施与环境。实现教育信息化目标、完成智慧教育及其服务环境,需要转化教育政策、举措、项目、工程等为信息形式教育数字应用。而这些数字应用以中间层的集群信息为对象,落实于相应的教育数据。随着教育中常态化、周期性与偶发性项目的陆续进行,多源多样的教育信息也逐渐表现为规模有别,性质不同的信息流。稳定可靠的信息流体系涉及到信息化设备、系统、平台中数据的应用走向,可用以完成服务引导下的环境调控。而“信息态”是“信息流”的基础,包括信息的类型、结构、表现媒体、承载媒介等。信息形态研究的两个主要参照面是应用需求和技术实现条件。如,智慧学习环境中“有元数据的学习任务”就可以是其中组成部分,在实施中就需要对其进行信息化“流—态”设计;还有“流程工作表”“提示语”“档案袋”等^[35]由于其在数字化学习中的重要作用,都可以成为智慧服务环境架构中信息“流—态”设计部分。

借助智能技术与智慧服务发展主体智慧,重要的工作之一就是智慧的电子移植。即,创建能为教育、教学和学习提供服务的智慧环境,它具备感知信息、随时接入等许多功能^[36]。智慧教育环境将是依托物联网、云计算、无线通信等新一代信息技术所打造的联物、智能化、感知化、泛在的教育信息生态系统。它通过提升现有数字教育系统的智慧化水平,实现信息技术与教育主流业务的深度融合,以促进教育利益相关者的智慧养成与可持续发展^[37]。而智慧化水平的提升、技术与业务的深度融合,都需要在以信息流与信息形态等研究基础上完成。即使有人工智能介入,也需要研究者完成诸多专业的信息化工作。

在第三届中美智慧教育大会上,中国工程院潘云鹤院士指出,我国的教育信息化需要按照数字化、网络化、智能化的发展阶段推进;在新一代人工智能的战略实施中,队伍的组织 and 人才的培育是两个关键的方面;人工智能在教育领域的应用,需要多个专业领域协同攻关,实现教育的现代化升级。而逐渐形成的新型智慧教育环境的教育参与,能为“深化课程改革,落实立德树人”教育改革的目标、任务和推进领域与环节提供基础与条件。智慧教育环境下能更快地

形成高校、中小学各学段上下贯通、有机衔接、相互协调、科学合理的课程教材体系,能更有力地架构与教育教学主要环节相互配套、协调一致的人才培养体制,能更有效地形成多方参与、齐心协力、互相配合的育人工作格局。这种支持与影响可以表现在“学生发展核心素养体系和学业质量标准的研制”“优质教育教学资源的整合和利用”“课程实施管理的加强”等方面^[38]。智慧教育环境的发展与实施,有利于促进人才培养目标的实现,为“立德树人”提供更为便利、迅捷的渠道和阵地。

四、智慧教育之信息化设计应时推进

智慧教育是一项宏大的工程,其信息化推进需要在不同方面、多个部门有重点地落实。除注重顶层架构外,更要关注底层的教育信息化系统设计;实际行动中可以从实验到应用、从少数到多数、从区域到各省地推进。在个体学校中,可以立足于已有的教育信息化工作,包括硬件、软件、培训等工作,在学校发展目的与合理有效的绩效指标的指示下从实际的学习、教学与管理活动及常规的、重要的业务中落实相应的教育信息化工作。

首先,智慧教育环境建设可以立足于学校教育实际面向发展目标通过多种分析展开。校园智慧服务环境中的信息“流—态”设计完全可以根据学校日常教育教学和学习及生活情况进行,尤其是在学习与教学活动中可以将学习分析用以推进个性化需求的满足。从学习视角来看,智慧学习服务环境的一个重要任务是基于分布式学习系统和信息流通架构,在较多了解学习者学情的基础上,包括学科学习状态、学习能力、学习风格等,结合情境感知信息进行处理与分析,并根据学习者要求或系统自主预测模型提供学习建议、方案或资源。相应的研究工作可能聚焦在学习分析统计模型、学习数据挖掘,机器学习、知识工程和学习分析结果可视化等^[39]。操作中将涉及信息/数据采集、数据分析和结果呈现等几个部分。目前常用的一些学习分析技术手段包括社会网络分析、话语分析、内容分析等。同时,学习分析也面临着挑战,“大数据”中提取有价值信息的方法,安全性和隐私问题,学习分析模型设计,以及信息模型与体系架构等,都是需要进一步研究的^[40]。

对于个体学校,除了考虑学校中的学习与教学需要并分析如何对它们进行信息转化的基础性工作外,更需要关切如何利用这些教育信息,并产生可供学校管理、教学管理、学习监测、实践应用等方面利用的伺服系统。如果把智慧教育服务环境从底层数据与信息架构、中层实际应用和上层教育目标三个层面来

看,那么就能发展其中存在巨大的可研究空间,太多问题有待研究并解决。从实际经验来看,由于教育教学情境的内在一致性,很多教育目标使用着来自同一个超大信息集合的相同或相似的信息。即不同的教育发展目标可以源于重合度较高的信息集合。智慧教育环境要适应不同的教育目标需要,其重心工作将在于信息形态设计与信息流通架设。而现有的智慧服务产品在其实用与实效性上还有待进一步观察,尤其是在统一融合的智慧环境特性方面;即,其实际应用还有待产品进一步成熟。

在应时的信息化推进中,个体学校可根据学校实力做力所能及的工作。在“立德树人”时风之下,可以用教育政策纲领指导智慧教育环境建设。可以在资源置办、媒体建设、终端配备等环境建设工作中融入以文化人以文育人的宗旨,建立有特色的学科体系和教材体系,在新媒体新技术运用中活化工作^[41]。而依照工作事务逻辑对信息与数据的设计与利用,将能使这些工作与智慧环境结合起来,使教学与育人工作真正“活”起来。学校可以通过一定的方式(购买成熟智慧化管理、教学或学习的适应性系统,或者与研究机构合作设计并开发“校域”智能学习系统等),及时掌握各方面情况,调整工作实施,并根据需要调整目标。

其次,智慧学习环境发展可以从实验学校开始并在完善后扩大应用。作为一个系统性工程,智慧学习环境建设需要相当的成本,而且它的可用性也需要在实践中不断完善;现实教育不能背负过多的实验负担和风险。从实验学校生根发展是教育信息化集约型推进的一种方式,也是比较稳妥、安全的方式。发展成熟的智慧学习环境可以在整体的架构之下,通过良好的结构与接口进一步推行。实际行动中可以针对实验学校的教与学需要,对智慧学习环境进行信息模型设计,并在由实证研究形成的智慧功能单元实际运用稳定后将智慧功能安装至智慧学习环境中。而符合众多教育需要的智慧服务功能单元集合,构成了整体智慧学习环境的雏形。实验性智慧学习环境形成中积累的教育数据与信息设计必然包括信息流态设计;其运行方式反映了信息化教育的业务需求与运行逻辑。

对于学校来说,不管是实验生产实用价值较强的智慧学习环境,还是应用脱胎于实验学校的可移植智慧学习环境系统,大都面临一个问题,就是怎么样将当前的工作与已有的信息化积累和学校发展需求起来。这个重要问题关系到学校建设投入的实用价值最大化。但遗憾的是,这并不好解决。因为它依赖于学校已有设施、软体系统的功能和学校

各类信息“流一态”的设计与架构。而这是目前比较缺乏的工作。个体学校可以在基于普适的学校事务关系架构针对局部事务进行信息流设计与架构的同时,局部应用成熟的可移植智慧学习环境系统。推进中将其两者整合,以便形成完整的系统应用实力。而期间如能响应教育改革政策,则可以通过将工作凝聚于个性、智慧、立德育人的智慧教育追求和目标为学校的教育信息化工作注入活力。新政策的出台,往往指示了改革的任务与路径。在新的方向指引下实施教育信息化,不仅可以使学校关注到较新的推进策略,而且能够了解更多智慧教育环境建设的信、技术与产品。如果说意识与观念的工作推进的重要步骤,那么,新方向指引的开放视野自然能够使这种意识与观念正向循环。

再次,区域和国家层面需要提供智慧服务信息化架构。区域与国家的智慧教育服务是基于区域与全国教育现状自上面下实施的教育供给与支持。其相应的智慧服务信息架构当需要反映教育信息流向以宏观支持教育决策与部署。智慧服务的上层信息化架构关乎智慧教育环境支持的大教育形态与质量,其存在是必须的。一者,只有区域/国家具有完成大规模智慧服务环境的实力。二者,教育体制将决定智慧教育服务环境的服务取向,而且教育优化的诉求也要求区域或国家进行整体架构。

智慧型教育服务平台与服务网络的整体架构,取决于区域/国家对其智慧教育服务的目的、角色定位和服务内容等,实施中涉及中、下层信息的流动结构、口径、周期、流向等汇聚处理,以及信息的变换、分析与情态的诊断与推理等,并依赖于设施与网络、软件与平台,以及功能性智能要件等得以实施。智慧教育环境服务于不同人群的特征和需要,关联于众多的资源、交流、评测等,是一个宏大复杂的工程。在系统的环境设计和整体架构统摄下,可以充分利用现有的结构化、模块化、原型、敏捷开发等设计与开发成果,并融会有益的发展路径以参考,如“七大发展路径”^[42]。

个体学校需要可参照、可依赖的教育信息“上层架构”,其中“管理域”和“教学域”的信息架构是重要的两个部分。学校的教育信息化工作,需要在符合管理需要和响应教育教学发展的前提下进行。可移植、可重用的教育信息系统架构,需要在在学校发展目的与有效的绩效指标的指引下,充分从实际的学习、教学与管理活动中梳理教育信息源、研究数据逻辑和管理业务逻辑,形成教育信息流通的生态架构;并通过多种方式局部或全部实现以切实投入实际使用,为智慧化教学与学习提供支持。架构的合理性、

灵活性、强健性关系到其大规模的可用效应。基于合理而理想的智慧教育环境,应时的立德为先智慧育人理念可以通过以资源为基础的服务内容调整,以积极引荐、提供咨询、给出建议等为主调的服务方式转变,在智慧服务环境迅捷而灵变的特征支持下,得到充分的资源内容与活动应用支持。也就是说,优秀的智慧教育环境,应该可以适应教育政策与目标的调整,动态地准备服务内容并调整服务方式。而这依赖于相当高的信息形态设计与信息流通架构,需要多层次多方面信息的技术塑形工作。

最后,创建智慧教育环境需要依靠众人的智力付出和对已有知识成果以及软件、硬件技术的综合运用。智慧教育环境是要为学习者或教育参与者服务,为他们提供必要的学习与工作支持。这意味着要把学习理论和教育教学理论融入数字环境的架设与教育信息系统的设计中,通过智力贡献把它们与软件与硬件技术结合起来,以使服务环境具有智慧反应的能力。这离不开群体智力和已有和知识成果,更要凭借多源的技术开发、应用与优势组合。比如连接不同学习设备为学习者提供一致的服务,会涉及物联网技术、嵌入式系统开发等。具有经济实力的学校可以根据合理的教育教学绩效目标,进行信息化教育教学实施与研究能力培训,以使组织的人力能够适应学习信息化教学与信息化管理的需要;同时可以通过群体智力对教学与管理信息层面进行更为流畅的务实设计,将已有的教育信息化软件、硬件充分集成到关乎长远发展的学校教育信息化设计与系统架构中,为短期或中期的学校教育信息化工作做出努力。

不管是国家或区域范围还是在个体学校,无论是上层架构还是底层设计,要连通硬件、软件还有人力等资源,形成功能完善、结构良好、运行强健的智慧环境,都需要结合多方智慧资源对部分或整体的智慧服务形态与系统进行深入研究。只有在思想及位、研究切实、设计充分、服务落实的情况下,才可能通过“流态”“软性”的智力贡献实现可行、可操作、可实用的教育信息化2.0环境、系统的建设与应用。中国教育学会钟秉林会长在第三届中美智慧教育大会主旨报告中指出,依托于信息网络的为化解新时期教育的主要矛盾带了新的机遇和挑战。未来,虚拟现实、增强现实和人工智能技术的发展及其与教育教学的融合,将给学校教育教学带来新的冲击^[43]。面向智慧教育的信息2.0则需要推进共同体一起努力。

五、结语

信息科学视角的教育信息化分析,其目的是从

信息层面切实考虑教育信息化工作,以便能切实推进它。用信息科学视角就是要从研究教育信息的本质与运动规律出发,理清教育信息的获取、传输、表达存储、识别、编码和处理的运动逻辑与变化过程,以通过信息层面的实施,完成教育活动中的需求与服务,进而推动或实现教育现代化。如果说信息科学以扩展/移植人类智能/智慧为主要目标,那么信息科学视角的教育信息化研究定然是通向智慧教育的黄金大道。教育信息“流一态”设计,是转换教育、教学、和学习领域研究的已有知识成果的工作,更是信息化教育、教学和学习活动内容与过程的工作。基于数据处理的教育信息形态转换与信息流通是完成通过数字网络与智能机器向智慧教育发展的重心。实现数字网络时代的智慧教育,必须从连接意识世界与数字信息世界开始,从教育“信息化”着手,结合当前教育教学与数字化学习的状态与需求,逐渐推进。

过去教育信息化的发展以基础设施建设和技术教育应用引领、推广,工作中有“服务”的姿态,但也不自觉地带有了“教”的立场。面向智慧教育的教育信息化2.0,其个性智慧追求决定了推进工作必然要求从“学”的立场提供“学习服务”的条件。这种“换位”要求忠实的“学习服务”的姿态,为学习者的智慧的发展和个性发展提供智慧环境与条件。在“立德树人、智慧育人”的教育理想与追求之下,智慧服务环境的作用将变得愈发突出。透过其功能性特点和智慧性特质,它不仅会影响与主体的“沟通”结果,而且会泛起规模化效应。这在教育文化层面所能引起的变化会非常显著,在教育生态中所能产生的改变也会相当可观。

参考文献:

- [1][3][5][13][14][15][36] 祝智庭,贺斌.智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究,2012,(12):5-13.
- [2][12] 刘玉玲,宋孝忠.现代教育改革的走向——智慧教育[J].教育理论与实践,2005,25(4):4-6.
- [4][9] 陈琳,王蔚等.智慧学习内涵及其智慧学习方式[J].中国电化教育,2016,(12):31-37.
- [6][37] 杨现民.信息时代智慧教育的内涵与特征[J].中国电化教育,2014,(1):29-34.
- [7][8] 祝智庭,沈德梅.学习分析学:智慧教育的科学力量[J].电化教育研究,2013,(5):5-12.
- [10] 中国社会科学院语言研究所.新华字典(第11版)[M].北京:商务印书馆,2011:652.
- [11] University of Cambridge[EB/OL].<http://dictionary.cambridge.org/dictionary>, 2018-01-27.
- [16][17] 祝智庭.中国教育信息化十年[J].中国电化教育,2011,(1):20-25.
- [18] 黄荣怀,江新等.创新与变革:当前教育信息化发展的焦点[J].中国远程教育,2006,(4):52-58.



- [19][20] 张恩全.教育信息化应用困境求解——访北京师范大学现代教育技术研究所余胜泉博士[J].教育信息化,2006,(9):23-25.
- [21] 余胜泉,陈莉.构建和谐“信息生态”突围教育信息化困境[J].中国远程教育,2006,(5):19-24.
- [22] 顾小清.教育信息化建设项目评估:国际研究现状调查[J].电化教育研究,2006,(8):40-44.
- [23] 郭莉,祝智庭.教育信息化的成本效益分析[J].电化教育研究,2005,(6):15-18.37.
- [24] 蒋志辉.教育信息化领导力研究的困境与转向[J].现代教育技术,2011,(8):30-33.
- [25] 何克抗.Web 2.0应用的理论基础及多样化实践——《教育传播与技术研究手册(第四版)》对信息化教学的启示[J].现代远程教育研究,2017,(1):3-12.
- [26][27][28] 雷朝滋.教育信息化:从1.0走向2.0——新时代我国教育信息化发展的走向与思路[J].华东师范大学学报(教育科学版),2018,36(1):98-103.
- [29] 孙立会,葛兴蕾,陈张兼.技术在未高等教育中的应用图景——基于《地平线报告2017(高等教育版)》的分析[J].电化教育研究,2017,38(12):121-128.
- [30] 张春华,吴莎莎等.以学生为中心的未来信息化发展——《新媒体联盟地平线报告:2017基础教育版》解读与启示[J].中小学信息技术教育,2018,(1):42-45.
- [31] 冯亮.信息的本质及表现形态[J].江西社会科学,2016,36(10):33-38.
- [32] 钟义信.从信息科学视角看《信息哲学》[J].哲学分析,2015,(2):17-31.
- [33] 焦建利,贾义敏.真实语境中的学习研究与教育变革——学习科学研究回顾、反思与展望[J].开放教育研究,2011,12(6):30-37.
- [34] 焦建利,贾义敏.学习科学研究领域及其新进展——“学习科学新进展”系列论文引论[J].开放教育研究,2011,2(1):33-41.
- [35] 何克抗.灵活学习环境和学习能力发展——对美国《教育传播与技术研究手册》(第四版)的学习与思考之二[J].开放教育研究,2017,23(1):21-28.
- [38] 教育部.教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见[EB/OL]. <http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s7054/201404/167226.html>,2018-06-01.
- [39][40] 吴永和,陈丹等.学习分析:教育信息化的新浪潮[J].远程教育杂志,2013,(4):12-18.
- [41] 万鹏,赵晶等.习近平谈高等教育:把立德树人作为中心把思政工作贯穿全程[EB/OL].<http://cpc.people.com.cn/xuexi/n1/2016/1209/c385474-28938271.html>,2018-06-04.
- [42] 杨现民,刘雍潜等.我国智慧教育发展战略与路径选择[J].现代教育技术,2014,24(1):12-19.
- [43] 人民网.第三届中美智慧教育大会开幕 聚焦教育信息化2.0[EB/OL]. <http://edu.people.com.cn/n1/2018/0319/c367001-29876451.html>,2018-03-30.

作者简介:

张国龙: 博士, 副教授, 研究方向为学习科学与技术、可视化设计与应用、知识表征与建模(qdylan@live.cn)。

顾小清: 教授, 博士生导师, 研究方向为计算机支持的协作学习、教育培训系统与用户行为、学习分析等(xqgu@ses.ecnu.edu.cn)。

Wisdom-Education-Oriented “Information” Observation

Quan Guolong¹, Gu Xiaoqing²

(1. Research Center of Educational Informatization, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122; 2. Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: The digital information environment is highly hoped to play a role for in the future education of personality and intelligence training. The appearance of education informatization 2.0 and the development of smart education have a bearing on the smart service environment. How to go more directly to this goal on the basis of the existing work making education more informational requires multiple perspectives to think. It may be one of the gateways to scientifically observing this issue, that is, to connect the world of consciousness and the digital world with information design, to make the digital education environment intelligent. The main point is to deepen the research on informalization of education from the perspective of information science. The key lies in the technical process of educational information. Recalling the background of education informalization 2.0 and the study of wisdom education theory are conducive to recognizing the realistic issues and optimizing and advancing the future education informalization work. The notion of movement and change can be the basic point in shaping education information. Education informalization needs to connect educational awareness and the digital world through the technical shaping of educational information technology, while the intelligent service environment that serves to foster individuality and wisdom presents advanced “neural network-like” functions in the logical evolution of immediate needs of participants in educational activities. It needs to grow into an intelligent, humanized technical entity and service image under the technical shaping of educational information. The subsequent development of education informalization needs to focus on the “flow-state” design of educational information, as well as the ideas, methods, strategies, and implementation of the educational information flow architecture, in order to effectively promote the development of education informalization 2.0 through “education through wisdom” and respond to the education reform policies of “Erecting morality to cultivate people”.

Keywords: Wisdom; Wisdom Education; Education Informalization; Information Science

收稿日期: 2018年4月11日

责任编辑: 赵云建