

数据与信息之间逻辑关系的探讨

——兼及 DIKW 概念链模式*

叶继元 陈 铭 谢 欢 华薇娜

摘 要 数据与信息是图书情报学、信息科学、计算机科学等学科的两个基本术语,是构成学科的核心概念或范畴,然而两者之间的逻辑关系,长期以来一直没有厘清。文章通过文献研究法、概念分析法、历史研究法和比较研究法,在对国内外主要文献中有关概念内涵与外延进行分析的基础上,概括出四种代表性的观点,即“数据大于信息说”“信息大于数据说”“数据与信息等同说”“数据与信息相对说”。其中,“数据大于信息说”影响最为广泛,这与 DIKW 概念链模式有关,而这个概念链模式的逻辑并不清楚,并不能很好地反映数据、信息、知识以及智慧之间的关系。对于数据与信息的关系,本文从哲学、人们约定俗成的惯例、信息与数据概念的变化过程、最新的国际组织及各国政府文件层面考虑,论证了“信息大于数据”的观点,认为此种观点更具解释力和合理性。图 3。参考文献 28。

关键词 数据 信息 DIKW 概念链

分类号 G250

A Discussion on the Relationship Between Data and Information

YE Jiyuan, CHEN Ming, XIE Huan & HUA Weina

ABSTRACT

Data and Information are the basic concepts and terms of Library Science, Information Science as well as Computer Science. With the advent of the Age of Big Data, Data has been widely used not only in the professional fields but in lots of other fields, which made the relationship of the two more complicated. Does the relationship belong to an equivalent relationship or an owner-member relationship? If it is an owner-member relationship, is data larger or is information larger? To clarify the relationship of the two from the interdisciplinary perspective has an important significance for managing the data and information as resources, guiding the increasingly rich information, big data practice, the education of library-information science students, and information management science students and the discussion of the theory system of the whole field of information.

* 本文系教育部人文社会科学研究专项任务项目(科研诚信和学风建设)重大课题“学术规范和学科方法论研究”(编号:11JDZF001)及国家社会科学基金重点项目“我国战略性新兴产业的信息资源保障体系与服务模式研究”(编号:11AZD082)的研究成果之一。(This article is an outcome of the project “Research on Academic Norm and Academic Methodology”(No.11JDZF001) supported by Humanities and Social Science Foundation, Ministry of Education of the People's Republic of China and “Research on the Security System of Information Resources and Service Model of China's Strategic Emerging Industries”(No.11AZD082) supported by National Social Science Foundation of China.)

通信作者:叶继元, Email: yejiyuan@nju.edu.cn, ORCID: 0000-0002-4232-8923 (Correspondence should be addressed to YE Jiyuan, Email: yejiyuan@nju.edu.cn, ORCID: 0000-0002-4232-8923)

In this article, based on the analysis of the connotation and extension of data and information in the documents at home and abroad, the authors concluded four representative views as follows: the scope of data is larger than that of information, the scope of information is larger than that of Data, the scopes of data and information are the same, the scopes of data and the information are relative, through the conceptual analysis method, historical method and comparative method. Among the four views, the first that the scope of data is larger than that of information is the most popular because of the dissemination of the Data-Information-Knowledge-Wisdom (DIKW) pyramid which is observed and generalized from the angle of computer science. If we analyze the DIKW Pyramid deeply, we will find its logic is not appropriate, and it can't reflect the relationship among the data, information, knowledge and wisdom. In the end, the authors put forward the view that the scope of Information is larger than that of Data from four perspectives, which are philosophy, conventional opinions, historical developments of the term of data and information, and related definitions in the latest international organizations and governments' documents. Information is divided into ontological information and epistemological information. Epistemological information contains data and non-data. The data can be divided into processing, meaningful data and temporarily meaningless, raw data. In addition to explicit knowledge, there is tacit knowledge which cannot be processed and is not meaningful. Wisdom, intelligence is also true. Therefore, it is not appropriate to describe the logical relationship of information, data, knowledge, wisdom and intelligence in a pyramid. 3 figs. 28 refs.

KEY WORDS

Data. Information. DIKW pyramid.

0 问题的提出

数据与信息之间的逻辑关系,即二者是从属关系,还是等同关系,抑或是交叉关系。如果是从属关系,那么是数据大,还是信息大?长期以来,学界一直没有对此进行积极、深入的理论思考,致使许多专业人士对此问题困惑不已,回答不清,更遑论非专业人士。随着大数据时代的到来,“数据”一词风头强劲,成为热词,不仅被计算机科学、信息科学等专业人士频繁使用,而且被各行各业、政府和大众津津乐道,使二者原本就复杂不清的关系变得更加扑朔迷离。数据与信息是图书情报学、信息科学、计算机学科等领域的基本术语,是构成学科的核心概念或范畴,从“图情档”学科或跨学科的角度厘清或大体厘清二者的关系,对于探讨信息、数据作为资源的资产化管理,对整个信息领域的概念系统和理论体系,对于图书情报学、信息管理学科学生的教育,对于指导日益丰富的信息化、大数

据实践均具有重要的意义。

研究数据与信息的逻辑关系,实际上就是要对数据与信息的概念,即内涵和外延进行新的思考和界定。几十年来,国内外有关数据与信息的定义不下百种,不同学科背景的人对二者的认知有不少差异,似乎也各有其理。致使不少专业人士认为,这两个概念关系太复杂,“剪不断,理还乱”,不如听之任之,等待事物发展来自然裁决。从表面来看,尽管对一些学科的基本概念的定义同行之间没有达成共识,似乎也未阻碍该学科的发展,但笔者认为,基本概念不清,则学科基础不牢,势必会严重影响该学科的更好发展。再者,所谓学术研究,不同于日常生活,很大程度上就是要在复杂多变的实践基础上进行理论思维,抽象出基本的概念、命题、定律等,而后再用这些理论指导实践。更为重要的是,为了编写相对规范、权威的教科书为教学所用,也需要对二者关系有较为明确的界定。因此,我们认为很有必要对这一基本而复杂的问题进行深入研究,这种研究至少可以引起同行的积极思考,为加快达成共

识、规范专业术语做些努力。

本研究采用文献研究法、概念分析法、历史研究法和比较研究法,对国内外主要文献中有关这两个概念的内涵、外延,包括影响较广的DIKW概念链模式进行归纳和分析,在吸取各种观点合理的内核的基础上,结合对于近几十年来中国大陆丰富的信息化实践的思考,对数据与信息之间的逻辑关系进行探讨。

1 相关研究评述

以“‘数据’ and ‘信息’”“data and information”“数据与信息的关系”“the relationship between data and information”等作为关键词或主题词,检索 CNKI、LISA、ISI Web of Knowledge 等数据库,发现截止到 2017 年 3 月,并未有直接论述数据与信息两者之间逻辑关系的论文,但是间接地暗示二者关系的论著众多。因为许多与信息、数据相关的论文与图书,尤其是教科书,在开篇之处总要对信息或数据进行界定,通过文本内容分析法,即仔细解读这些定义及其属性,就能知道作者持有的观点。

例如,如果 Wellisch 认同信息是记载下的符号(Recorded Marks)^[1],而数据则是这些符号的具体表示(数字、文字、信号、图像、声音等),那么他就认同信息与数据是等同关系。如果 Rowley 认为信息是经过整理的、有意义的数据^[2],那么就意味着他认为数据的外延比信息大,因为尚未经过整理的、暂时无意义或不可能有意义的许多数据还没有加工成信息。如果 Buckland 同意信

息有三种含义,即作为事物的信息(Information as Thing)、作为过程或活动或传递行为的信息(Information as Process)和作为知识(特指事实、主题、事件)的信息(Information as Knowledge),而事物的信息包括数据(Data)、文本、文件和实物^[3],那么实际上他就主张信息是数据的上位概念。可见,通过文本内容分析,可以获取不同作者对二者关系的认识及观点。

有关数据与信息的定义和二者逻辑关系的内容,在专业性图书中尤其是教科书中都有所涉及,有的叙述详尽,有的语焉不详,有的适当回避,但经仔细阅读和分析后,仍能看出作者所持的观点。从期刊论文看,数量也很多。因此,为了摸清当下国内图书情报界、信息科学界、计算机科学界对信息与数据二者关系的认识现状,笔者带领的课题组和部分研究生分工协作,对来自于北京大学、武汉大学、南京大学、复旦大学、吉林大学、华中师范大学及中国科学院、中国科技信息研究所等学术单位的作者编著的图书(主要是教科书)和期刊论文进行了文本阅读和分析。这些图书和论文是随机抽取的,其中图书情报学图书 42 部,期刊论文 20 篇;计算机科学(含数据挖掘、数据库管理等领域)图书 22 部,期刊论文 12 篇。作者从院士到助教均有,主体是拥有正高和副高职称的作者。通过对这些作品的逐一阅读、记录、分析,归纳出四种代表性观点:数据大于信息说(约占 57%)、信息大于数据说(约占 29%)、数据与信息等同说(约占 6%)和数据与信息相对说(约占 8%),详见图 1。下面对这四种观点分别进行评述。

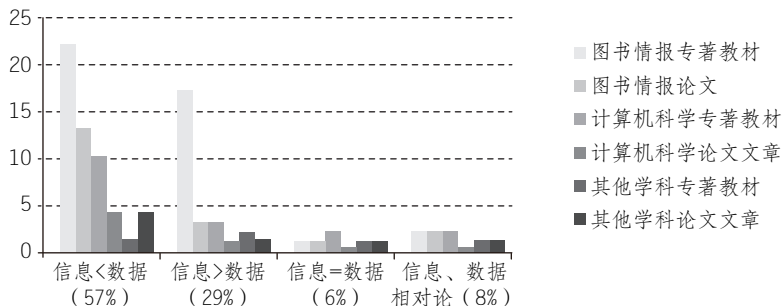


图1 图书、论文中四种观点所占比例

1.1 数据大于信息说

此说以 DIKW 概念链模式为代表。所谓 DIKW 概念链模式,亦称为 DIKW 金字塔(DIKW Pyramid,英文还有以下写法:DIKW Hierarchy, Wisdom Hierarchy, the Knowledge Hierarchy, the Information Hierarchy, the Knowledge Pyramid)。DIKW 是数据(Data)、信息(Information)、知识(Knowledge)、智慧(Wisdom)四个英文单词的首字母缩写,将数据、信息、知识、智慧分成四级,形成一个金字塔形状,第一层是数据,为基础层;第二层是信息;第三层为知识;第四层是智慧,为顶层^①。每一层都加了不同的内涵,内涵越大,外延越小。数据是事实或观察的结果,信息增加了“时间和空间”,或“进行过加工处理”、或是“有意义、有价值、有关联”的数据;知识则增加了“如何使用信息”;智慧又增加了“怎样使用知识”。该模式认为,数据、信息、知识和智慧之间的关系是数据外延最大,信息次之,知识再次之,智慧最小。该模式于 20 世纪 80 年代末正式提出,以后在国内外计算机技术学科领域有广泛影响,调研数据表明,57%的论著持此观点。近期此观点还被一些学者讨论,例如,Frické 对 DIKW 概念链模式进行了评价,反思该概念链是否是一个有用的概念体系,综述了该概念链等级制度不健全、方法不可取等几种观点。作者确认该概念链在逻辑上有缺陷^[4]。

1.2 信息大于数据说

美国加州大学圣玛可斯分校 ShaoYi He(何绍义)认为:“信息是用符号、文字、信号、数据、声音、图形、动画、视频等形式,通过不同介质不同渠道的传递和处理来表现各种相互联系的客观事物在运动变化中所具有特征内容的总称。”^[5]这里清楚地将“数据”作为信息的一部分,认为信息大于数据。

从图 1 可知,国内有 29%的论著作者持此种观点。他们认为,信息是事物存在的方式和

运动状态的表现形式,与物质、能量并列,是本体论层次的信息,主体所感知或表述的事物存在的方式和运动状态则是引入了“人”这个主体后的认识论信息的定义。显然这种观点认为,数据作为主体对事实或观察的结果,显然小于认识论信息,更小于本体论信息^[6]。此说在国内外信息管理学科、图书情报学科亦有广泛影响。

1.3 数据与信息等同说

此种观点认为,大数据的兴起,使得数据一词的外延变大,不仅是数值型数据,而且指非数值型数据。“数据也逐渐成为‘数字、文本、图片、视频’等的统称,也即‘信息’的代名词。”^[7]“在计算机领域,人们把能够被计算机加工的对象,或者说能够被计算机输入、存储、处理和输出的一切信息都叫做数据。”^[8]持此种观点的论著不多,仅占 6%。但随着大数据的广泛应用,数据一词的泛化,此种观点的影响面会有所扩大。

1.4 数据与信息相对说

持这种观点的又分两种情况,一是认为两者关系是相对的,有时数据大,有时信息大,例如:“两者的概念是相对的,有时甚至将二者等同起来。比如我们讲‘信息处理’,或讲‘数据处理’,两者差别不大,但讲‘我们进入了信息社会’,如讲成‘我们进入了数据社会’恐怕就不合适了。某种产品对生产该产品的厂家来说是产成品,而对另一个厂家而言,就可能是原材料。数据与信息亦如此,均因时因地因人而异。”^[9]二是在许多论著包括教科书中,也许作者尚未意识到他们所持观点是不一致的,例如,“信息是数据加工的结果,是数据的含义,而数据是信息的载体。”^[10]类似的表述还有:数据是信息的载体^[11-13];信息是经过加工处理后具有参考价值的数据^[5,14]。“数据是信息的载体”意味着信息的载体有很多,数据只是信息多种载体之一,

① 来源于 https://en.wikipedia.org/wiki/DIKW_Pyramid。

信息大于数据;而“信息是数据加工的结果,是数据的含义”“信息是经过加工处理后具有参考价值的信息”,又将信息纳入数据之中。有的作者在书中某章节中同意信息是“事物的运动状态及其变化方式”,即主张信息大于数据。但在该书的其他章节里讲到具体内容时,又认为数据是底层,信息是上面一层,数据大于信息^[15]。持此种观点的论著不多,仅占8%。

2 DIKW 概念链模式局限性分析

上述四种观点,大体反映了信息科学群(包括计算机学科、信息管理学科、图书情报档案学科等)专业人士对数据与信息关系的认识。受专业人士和各种教科书的影响,广大学生、一般民众往往根据自己的背景认同其中的一种观点。一般说来,从事计算机学科、数据库技术的学人多数认为数据外延比信息大,但许多具有管理学、哲学等人文社会科学背景的人认为信息外延更大。数据大于信息的观点之所以有较大影响,与 DIKW 概念链模式提出较早、表述较具理论色彩、在网络上传播广泛有密切关系。

DIKW 概念链模式于 1989 年被 Ackoff R L 正式提出^[16],随后二十多年来,不断被众多学者研究、补充。不少学者都认为“DIKW 概念链模式最早起源于 1934 年英国诗人艾略特的一首诗。艾略特诗中有如下两句: Where is the wisdom that we have lost in knowledge? Where is the knowledge that we have lost in information?”^[17]陈书悦曾在博文中写到:“1982 年,知名华裔地理学家段义孚在《未来学家》期刊里说,除了智慧、知识、信息三层外,还得加一层数据。”^[18]但他提出质疑,“这种金字塔表示不算准确,因为四者的边界,绝对谈不上层次分明。互相都有包含,另外不同人从不同角度和立场看,其模糊边界差异也会很大。”^[18]尽管如此,由于 DIKW 以“模式”“模型”“金字塔”形式出现,抽象性、知识性较强,对读者的吸引力较大。而计算机学科、数据库技术的发展也证明了 DIKW 有很

强的解释力和说服力,把看不见摸不着的信息置于具体的数据之下,操作起来也方便。再加上网络的传播力,遂使 DIKW 模式首先在计算机学科等技术领域有了很大的影响,继而又在其他领域有了广泛影响。数据与信息等同说、相对说从实质上看,都或多或少受到 DIKW 模式的影响,或者说是 DIKW 模式在新形势下的折中表达。

但是,DIKW 模式毕竟是从计算机学科角度观察、概括出来的,各个学科对数据和信息都会有不同的归纳和表述,且数据—信息—知识—智慧之间未必是简单的线性关系。目前迫切需要超越各个学科视野,从宏观、整体上审视二者的内涵、外延和逻辑关系。从这个意义上看,信息大于数据说尽管目前不占多数,但是更具解释力和合理性。

3 信息大于数据说的理由

从上文可知,此说是经内容分析概括出来的观点,许多作者没有直接、明确地说出此观点,更没有详细论证。因此,下面分四点述之。

3.1 从哲学高度上概括看

各个学科对数据、信息概念的表述,能在各自的学科里自圆其说,有一定的合理性,但在该学科之外,就缺乏解释力,显现出片面性和局限性。哲学是各门学科的总结和概括,它能从更高的层次上看待二者的关系。我国通信和信息科学专家钟义信先生是技术专业出身,近几年他积极反思,从哲学层面上探讨信息、数据之间的关系。他从本体论层次和认识论层次来定义信息。“本体论信息是指事物运动的状态及其变化方式的自我表述。……认识论层次信息定义是:主体关于某事物的认识论层次信息,是指主体所感知(或所表述)的关于该事物运动的状态及其变化方式,包括这种状态/方式的形式、含义和效用。”“同时考虑事物运动状态及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值的认

识论层次信息称为‘全信息’”^[19]。信息是物质的一种属性,它不同于消息,也不同于信号、数据、情报和知识。“消息是信息的笼统概念,信息是消息的精确概念。所以,消息只有定性的描述,没有数值计量的问题,信息则不仅可以定性刻画而且可以定量计算。”“信号不等于信息本身:信号是信息的载体,它所载荷的东西才是信息。”“数据实际是记录或表示信息的一种形式,不能把它等同于信息。”“如果说情报也是一种‘信息’,那么它应当属于认识论信息的范畴,因为情报一般都要经过人类主观的感知和判断。不仅如此,情报还是一类特殊的认识论信息,是对主体具有某种特殊意义(军事利益、政治利益、经济利益、科技利益等等)的认识论信息,它与认识主体的目标利益密切相关——情报的价值因人、因时、因地而不同。”“知识是由信息提炼出来的抽象产物。”^[20]他认为信息的外在形式、内在含义和价值效用三个因素应有机地进行统一处理,否则就不可能理解信息的本质。香农的信息论只考虑了信息的形式,舍去了信息的内容和价值。显然从哲学上看比从通信、计算机、数据库技术上看,更能看清信息、数据的本质,也可以看清二者的逻辑关系。在他看来,“数据是记录信息的一种形式”,而不是唯一的形式,世上存在着大量的非数据信息。换言之,记录信息有多种形式,除了数据外,还有其他记录形式,其他记录形式加上数据才能反映全部的信息。这里他从哲学层面看信息与数据的关系,显然主张:信息大于数据。

3.2 从人们约定俗成的惯例看

长期以来,人们已经习惯于将物质/材料、能源、信息并列为当今人类社会的三大资源。这一习惯认识与美国数学家、控制论奠基人维纳在1948年对“信息不是什么”的说明有密切关系。他说过,信息就是信息,不是物质,也不是能量^[21]。信息被认为是从来就有、无处不在的,是不依赖人类的认识到而存在的,具有普遍性和绝对性。在地球上出现人类之前,信息就

已经存在了,只是没有人感知和利用而已。这种信息就是本体论信息。将人这个认识主体引入进来,许多本体论信息将转化成认识论信息。数据是人类认识的产物,其外延再扩大,也只是属于认识论信息中的一种。从这种视角看,信息这个概念不仅具有很强的当下解释性,而且有极强的包容性和发展性。

3.3 从信息、数据概念变化的几个节点看

不论是汉语“信息”还是英文“Information”,起初都仅是“消息”(Message)的意思。以后发展到通信论创始人香农的信息论和维纳的控制论,即信息是“用来清除随机事件的形式的不确定的东西”、信息“不是物质,也不是能量”,“是人与外部世界相互作用的过程中所交换的内容的名称”^[22]。至今发展到钟义信的“全信息”,即“同时考虑事物运动的状态及其变化方式的外在形式、内在含义和效用价值的认识论层次信息称为‘全信息’”^[19]。可见,信息的概念外延由简单到复杂,由具体到抽象,由少量到多量。尽管数据从起初的数字到符号、文字、图片、视频,也有由少变多的过程,但从总体上看,信息的外延还是大于数据。随机查阅文献,可以发现信息大于数据的例子,例如:“根据信息与数据两者之间的关系,一般认为个人信息属于个人信息的范围,个人信息包括个人数据。”^[23]“信息可视化囊括了数据可视化、信息图形、知识可视化、科学可视化以及视觉设计方面的所有发展与进步。”^[24]

3.4 从最新的国际组织及各国政府文件看

21世纪以来,国际社会的有关文件仍然将信息作为较大概念使用,诸如信息社会、信息化等。2001年12月21日,联合国大会通过决议,响应国际电联的倡议,决定举办信息社会世界峰会(World Summit of Information Society)^[25]。2006年3月举行的第60届联合国大会通过第252号决议,确定自2006年开始,每年5月17日为“世界信息社会日”,这标志着信息化对人类

社会的影响进入了一个新的阶段^[26]。2013年1月11日,由中欧电子商务科研与教育合作组织(eBEREA)、中国信息经济学会和信息社会50人论坛共同组织的“第二次中欧信息社会论坛”在中国人民大学逸夫会堂举行。此次论坛的主题是“信息系统和信息社会——概念和方法”^[27]。

从2016年刚刚发布的《国家信息化发展战略纲要》^[28]看,在这个规范和指导未来10年中国国家信息化发展的纲领性文件中,尽管没有对信息、数据的含义及其关系明确说明,但纵观全文内容,可以看出该纲要的起草者是持信息大于数据的观点。例如,该纲要的题名用的是“信息化”而不是“数据化”。再如,该纲要开篇指出:“当今世界,信息技术创新日新月异,以数字化、网络化、智能化为特征的信息化浪潮蓬勃兴起。没有信息化就没有现代化。”^[28]这里将信息化作为数字化等的上位概念,而数字化仅是信息化的三大特征之一。又如,“加强信息资源规划、建设和管理。推动重点信息资源国家统筹规划和分类管理,增强关键信息资源掌控能力。完善基础信息资源动态更新和共享应用机制。创新部门业务系统建设运营模式,逐步实现业务应用与数据管理分离。统筹规划建设国家互联网大数据平台。逐步开展社会化交易型数据备份和认证,确保数据可追溯、可恢复。”^[28]在这段“信息”“数据”均出现的文字中,信息资源是作为属概念、大概念来使用,而数字则作为下位、种概念来使用。由此也可以分析出,起草者认为信息的概念比数据大。

4 结语

综上所述,如果从跨学科角度来看信息,我们认为,可以根据多数同行的意见和各学科信息化实践的经验,对信息、数据的内涵和外延进行明确定义,从而厘清二者的逻辑关系。

信息是所有事物的存在方式和运动状态的反映,即本体论信息,它无处不在,无时不在,有

的已被人类所认识,有的则尚未认识。已被认识到的信息是认识论信息。数据是通过声音、语言、体态、符号、文字、信号、图形、视频反映的认识论信息。它仅是认识论信息中一种类型,包括“有意义、有价值、有关联”的数据(狭义的信息)和暂时没有意义、价值、关联的数据。数据是信息的子集,或更准确地说是认识论信息的子集。

知识是认识主体对所有事物的存在方式和运动状态变化规律的抽象化描述,是系统化、有价值、有用的信息。它是认识论信息的子集,但不是数据的子集,与数据是交叉关系。智慧则是针对问题可活用、能解决问题的知识,智能则是付诸行动的智慧。信息、数据、知识、智慧的逻辑关系的文氏图如图2、图3所示。

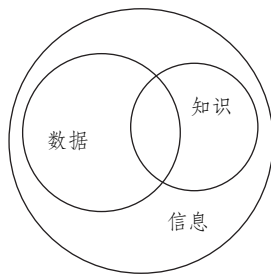


图2 信息、数据、知识的逻辑关系图

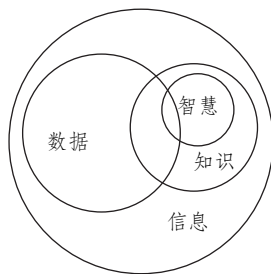


图3 信息、数据、知识、智慧的逻辑关系图

从图2、图3可知,认识论信息中包含数据和非数据,数据中又可分成可加工、有意义的数据和暂时无意义、未加工的数据,知识除了显性知识外,还有隐性知识,这隐性知识不在可加工、有意义的数据范围内,智慧、智能亦如此。因此,用金字塔来表述信息、数据、知识、智慧的

逻辑关系并不恰当,没有全面反映出它们之间隶属及其交叉关系。

如果信息与数据的逻辑关系是从属关系,那么从这两个概念派生出来的相关概念就相应理顺了。例如,从社会形态上看,信息社会大于数据社会或数字社会,网络社会(Cyber Society, Network Society)又次之。如果信息社会被定义成工业社会完成后的更高一级的文明社会,那么网络—物理社会(Cyber-Physical Society)也可看成是信息社会的一个阶段。

更为重要的是,信息管理界应该尽快从理论上研讨信息与数据之间的逻辑关系,经过严

肃认真的讨论,形成共识,而后依据此共识尽快修改有关教科书、参考工具书等,规范学科基本术语,为学术研究和学生教育奠定坚实基础。随着信息化实践的丰富和人们认识的深入,有关概念、术语还将形成新的解释、新的共识或新“规范”,由此循环反复,不断促进有关学科的有序、健康发展。

致谢:南京大学信息管理学院 2016 级图书馆学学术硕士生、2015、2016 级图书情报专业硕士生参加了讨论,张彤、高仪婷同学汇集了有关资料,特此致谢。

参考文献

- [1] Wellisch H.From Information Science to informatics;a terminological investigation[J]. Journal of Librarianship and Information Science,1972,4(3):171.
- [2] Rowley J.The wisdom hierarchy;representations of the DIKW hierarchy[J]. Journal of Information Science,2007,33(2):163-180.
- [3] Buckland M K.Information as thing[J]. Journal of the American Society,1991,42(5):351-360.
- [4] Frické M. The knowledge pyramid;a critique of the DIKW hierarchy[J]. Journal of Information Science,2009,35(2),131-142.
- [5] 储荷婷,张茵.图书馆信息学[M].北京:中国人民大学出版社,2007:3.(Chu Heting,Zhang Yin. Library Information Science[M]. Beijing:China Renmin University Press,2007:3.)
- [6] 马费成.信息资源开发与管理[M].北京:电子工业出版社,2004:2-4.(Ma Feicheng. Information resources development and management[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2004:2-4.)
- [7] 涂子沛.数据之巅峰[M].北京:中信出版社,2014:257.(Tu Zipei. The summit of data[M]. Beijing:China CITIC Press,2014:257.)
- [8] 徐孝凯.数据结构[M].北京:电子工业出版社,2004:1.(Xu Xiaokai.Data structure[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2004:1.)
- [9] 高阳.数据库技术与应用[M].北京:电子工业出版社,2004:1-2.(Gao Yang.Database technology and its application[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2004:1-2.)
- [10] 张维明,肖卫东,杨强,等.信息系统工程[M].北京:电子工业出版社,2003:2.(Zhang Weiming,Xiao Weidong,Yang Qiang,et al. Information system engineering[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2003:2.)

- [11] 黄鼎成,郭增艳.科学数据共享管理研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,2002.(Huang Dingcheng, Guo Zengyan. Research on scientific data sharing management[M]. Beijing:China Science and Technology Press, 2002.)
- [12] 陈平,张淑平,褚华.信息技术导论[M]. 北京:清华大学出版社,2011.(Chen Ping, Zhang Shuping, Chu Hua. Introduction to information technology[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2011.)
- [13] 谷斌.数据仓库与数据挖掘实务[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2014.(Gu Bin. Data warehouse and data mining[M]. Beijing:Beijing University of Posts and Telecommunications Press,2014.)
- [14] 蔡筱英,金新政,陈氢,等.信息方法概论[M]. 北京:科学出版社,2004.(Cai Xiaoying, Jin Xinzheng, Chen Qing, et al. Introduction to information methods[M]. Beijing:Science Press,2004.)
- [15] 王众托,吴江宁,郭崇慧.信息与知识管理[M]. 北京:电子工业出版社,2010:95.(Wang Zhongtuo, Wu Jiangning, Guo Chonghui. Information and knowledge management[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2010:95.)
- [16] Ackoff R L. From data to wisdom[J]. Journal of Applied Systems Analysis,1989,16(1):3-9.
- [17] Eliot T S. The Rock (Faber & Faber, London, 1934) 转引自 Jennifer Rowley. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy[J]. Journal of Information Science,2007(2):166.
- [18] 陈书悦.说一说 DIKW 金字塔[EB/OL]. [2016-08-12]. <http://www.irisable.com/2014-02-26/653079.html>. (Chen Shuyue. About DIKW pyramid[EB/OL]. [2016-08-12]. <http://www.irisable.com/2014-02-26/653079.html>.)
- [19] 钟义信.信息科学教程[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2005:24-27.(Zhong Yixin. Informaiton Science course[M]. Beijing:Beijing University of Post & Telecommunication,2005:24-27.)
- [20] 钟义信.信息科学原理[M]. 第3版.北京:北京邮电大学出版社,2002:51,57-60.(Zhong Yixin. Information Science theory[M]. 3rd edition. Beijing:Beijing University of Post & Telecommunication,2002:51,57-60.)
- [21] (美)维纳.控制论:或关于在动物和机器中控制和通讯的科学[M]. 北京:北京大学出版社,2007.(Wiener N. Cybernetics:the science of control and communication in animals and machines[M]. Beijing:Peking University Press,2007.)
- [22] 田宝玉,杨洁,贺志强,等.信息论基础[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.(Tian Baoyu, Yang Jie, He Zhiqiang, et al. Foundations of information theory[M]. Beijing:Posts & Telecom Press,2008.)
- [23] 朱庆华,杨坚争.信息法教程[M]. 北京:高等教育出版社,2001:54.(Zhu Qinghua, Yang Jianzheng. Information law course[M]. Beijing:Higher Education Publishing Company,2001:54.)
- [24] 信息可视化案例[EB/OL]. [2016-08-12]. <http://developer.51cto.com/art/201508/488823.htm>. (Information visualization cases[EB/OL]. [2016-08-12]. <http://developer.51cto.com/art/201508/488823.htm>.)
- [25] 信息社会世界峰会[EB/OL]. [2017-04-02]. <http://baike.so.com/doc/6616893-6830687.html>. (World

- summit of information society[EB/OL]. [2017-04-02]. <http://baike.so.com/doc/6616893-6830687.html>.)
- [26] 胡苏. 信息化让生活更美好——写在第六个“世界信息社会日”即将来临之际[EB/OL]. [2017-04-02]. http://www.fj.xinhuanet.com/nnews/2011-05/12/content_22749948.htm. (Hu Su. Informatization makes life better; written in the sixth “World Information Society Day” is approaching[EB/OL]. [2017-04-02]. http://www.fj.xinhuanet.com/nnews/2011-05/12/content_22749948.htm.)
- [27] 中欧研究论坛——信息系统和信息社会:概念和方法在京举行[EB/OL]. [2017-04-02]. <http://www.is50.org/index.php/Dynamic/getdynamicbyid/dynamicid/8>. (China EU research forum; information system and information society; concept and method held in Beijing[EB/OL]. [2017-04-02]. <http://www.is50.org/index.php/Dynamic/getdynamicbyid/dynamicid/8>.)
- [28] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 国家信息化发展战略纲要[EB/OL]. [2017-04-03]. http://news.xinhuanet.com/fortune/2016-07/27/c_1119291902_2.htm. (General Office of the CPC Central Committee, General Office of the State Council. Outline of national informatization development strategy[EB/OL]. [2017-04-03]. http://news.xinhuanet.com/fortune/2016-07/27/c_1119291902_2.htm.)

叶继元 南京大学信息管理学院教授。江苏 南京 210023。
陈 铭 南京大学信息管理学院讲师。江苏 南京 210023。
谢 欢 南京大学信息管理学院讲师。江苏 南京 210023。
华薇娜 南京大学信息管理学院教授。江苏 南京 210023。

(收稿日期:2017-02-09)