DOI:10.13530/j.cnki.jlis.2020045

面向数据智能和知识发现的图书情报学跨界拓展
——数据—学术—创造整合论*

赵　星　乔利利　叶　鹰

摘　要　本文在数据驱动与知识整合研究视野中,依据 Web of Science 收录文献的学科分布数据,指出图书情报学尚不是智库和大数据研究的核心学科,进而思考图书情报学跨界拓展的有效方向。以逻辑分析法发现在 DIKW 概念链上统合数据智能和知识发现作为有效方向的合理性,提出在数据智能和知识发现交互作用下图书情报学跨界拓展三大重点:①面向知识发现的数据智能,②融通数据智能的知识发现,③学术评价综合应用。建议发挥图书情报学在"软科学、硬技术"分界中的核心比较优势,以数据智能和知识发现形成图书情报学跨界拓展特色方向,整合为数据—学术—创造(DAC)。图 4。表 1。参考文献 18。

关键词　图书情报学　数据智能　知识发现　跨界拓展　DAC

分类号　G250.2

An Interdisciplinary Extension of Library and Information Science Facing Data Intelligence and Knowledge Discovery: Integration of Data-Academy-Creativity

Star X. ZHAO, QIAO Lili & Fred Y. YE

ABSTRACT

In the data-driven and knowledge-integrated research view, by the data from Web of Science, the authors pointed out that library and information science (LIS) is not the core discipline for think tank and big data studies. An effective direction for interdisciplinary extension of LIS needs to be explored.

By using logic analysis, the authors found that data intelligence and knowledge discovery possess rationality as an effective direction, based on data-information-knowledge-wisdom (DIKW) chain. This way follows the core clues of Resource (Book) - Man (User) - Service (Use) from library science and Data - Information - Knowledge from information science. The concept chain also takes the basic model of information science as basis, integrates the basic principles of data science, and finally realizes the connection of "data-knowledge-intelligence".

* 本文系上海市软科学研究计划项目"基于工程科技的上海重大需求研究"(编号:19692116000)和华东师范大学重大战略项目"中国哲学社会科学国际化研究前沿"的研究成果之一。(This article is an outcome of the project of Shanghai soft science plan "Engineering Science and Technology Oriented Multi-source Data Mining of Social Demands in Shanghai" (No. 19692116000) supported by Shanghai Science and Technology Commission and the strategic project "Frontiers of Internationalization of Chinese Philosophy and Social Sciences" supported by East China Normal University.)

通信作者:叶鹰,Email:yye@nju.edu.cn,ORCID:0000-0001-9426-934X (Correspondence should be addressed to Fred Y. Ye, Email:yye@nju.edu.cn, ORCID:0000-0001-9426-934X)

The authors proposed that there are three keys for the interdisciplinary extension of LIS by interactions of data intelligence and knowledge discovery, including 1) data intelligence facing knowledge discovery, 2) knowledge discovery penetrating data intelligence, and 3) synthetic applications in academic assessment. Two typical projects, "Engineering science and technology oriented multi-source data mining of social demands in Shanghai" and "Frontiers of Internationalization of Chinese Philosophy and Social Sciences", are applied for identifying theoretical effectiveness.

In view of the division of "soft science, hard technology", the authors suggested that LIS exert the comparative advantages and take data intelligence and knowledge discovery as the special direction to make an integration of data-academy-creativity or digital academic culture (DAC). LIS might take the development strategy through the "hard expansion" of information technology and the "soft expansion" of management and economics for promoting the interdisciplinary extension. 4 figs. 1 tab. 18 refs.

KEY WORDS

Library and information science. Data intelligence. Knowledge discovery. Interdisciplinary extension. DAC.

0 引言:问题缘起

新世纪以来,各种知识交叉渗透,促成跨学科研究和交叉科学的迅猛发展[1-2],同时,也让图书情报学研究在追逐流行热点的过程中,更加面临广而不专、泛而不精的风险。由此引出本文研讨的问题:究竟什么样的交叉与跨界拓展在图书情报学中才是合理而有效的?

就面对的研究问题而言,有些人文社科领域不同学科并非在研究不同的问题,而是从不同的视角研究同一个问题。针对问题展开研究是科学的共有特征,面对同一问题任何学科皆可提出自己的解决方案,因此就研究问题而言不应有学科界限,但每个学科都有自己相对主要的研究对象和研究特点,所以并非每个学科都适合研究所有问题。这样,学科的跨界拓展会受到一定制约,比如当前图书馆学在智库研究中与公共管理等学科相比优势何在,情报学在大数据研究中与计算机等学科相比如何扬长避短,就是典型的跨界拓展应解决的问题。图书情报学自成为一个相对独立的学科以来,仍经常面临研究范围和范型的调整与演化,这既蕴含了学人主动拥抱外界变化的积极心态,也包含了学科在参与资源竞争中的被动选择。作为一篇观点型论文,本文将通过逻辑思辨解析上述问题,首先需要阐明思想的基点即思考基础。

1 思考起点:客观数据启迪创新思维

作为自身具有较强交叉性,在发展过程中有着较大环境变化的学科,图书情报学的优势之一是具有追踪前沿研究、紧跟学术热点的趋向。这体现了学科不断发展进步,但也经常在学科内外产生图书情报学偏离本学科基础、不务正业的争议。批判者很容易就能找到一个足够强大的论点去证明这种跨界拓展并不成功,例如引言提及的"智库"(Think Tank)和"大数据"(Big Data)两个主题,作为很多学科关注的热点,图书情报学并不占优势,从 Web of Science(WoS)核心合集累积数据中分别以这两个主题检索,选择 Article, Proceedings Paper, Review 三种文献类型,得到文献的学科分布如表 1 所示(检索日期:2020 年 7 月 12 日)。

表 1　WoS 中智库主题和大数据主题研究文献的主要学科分布

Think tank(总量 1 886)		Big data(总量 85 537)	
Political science	202	Engineering electrical & electronic	14 988
International relations	112	Computer science, theory & methods	14 080
Educational research	102	Computer science, information systems	13 902
Public administration	99	Computer science, artificial intelligence	7 993
Social sciences, interdisciplinary	83	Telecommunication	6 209
Economics	79	Computer science, interdisciplinary applications	5 381
…	…	…	…
Environmental sciences	68	Environmental sciences	2 805
Management	50	Management	2 589
Information science & library science	22	Information science & library science	1 480

表 1 中省略栏前的六个学科即为主题最相关学科,省略栏后选列了三个排序靠后的相关学科。显见,智库主题最相关学科是政治与公共管理,而大数据主题最相关学科是计算机及其应用,图书情报学贡献的文献量排序皆位列 20—30 名,难以认为是智库研究或大数据研究的主要学科。实际上,智库研究和大数据研究虽然身处两个不同领域,但就图书情报学而言,都被认为仅是在某些基础数据的获取和组织上有一定特点。这一在相关学科群中的分工定位,容易导致实践中图书情报学仅限于在底层和外围工作上发挥辅助作用。智库研究和大数据研究只是两个近年的案例,在图书情报学发展过程中,这样的学科范围与范型拓展案例屡见不鲜,但真正最终落实为学科核心和特色的并不多见。究其缘由,或是因为在跨界交叉中缺少理论根基,或在方法上缺乏特色,甚或在研究中显得学科自信不足。综上,图书情报学界不应一厢情愿地围绕某一热点主题跟进,而应围绕自己的学科内核和主干知识去向外延伸,并构成引领性拓展。

围绕图书馆学资源(书)—人员(人)—服务(用)和情报学数据—信息—知识之核心线索[3],在当今数据驱动与知识整合的研究视野中[4],一个合理而有效的思路是以引领性的姿态在理论和方法上推进数据智能和知识发现,以达成图书情报学中一个逻辑合理、具有特色的跨界拓展方向。

2　理论支点:面向数据智能和知识发现的理念有效性和逻辑合理性

在图书情报学研究的数据(D)—信息(I)—知识(K)—智慧(W)概念链[5](以下简称 DIKW 概念链)中,数据和信息属于客观域(因其客观存在),知识和智慧则属于主观域(因其存在主观差异),构筑在 DIKW 概念链基础上的数据智能和知识发现之表现如图 1 所示。

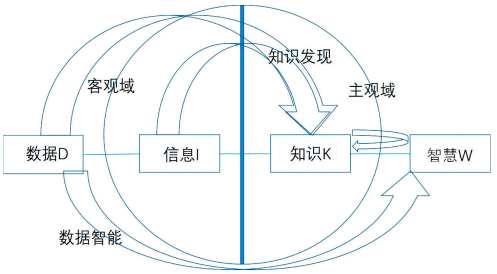

图 1　DIKW 概念链中的数据智能和知识发现

通过算法直接从数据(包括结构化数据和

非结构化的大数据)中解析出知识体现智能,这正是数据智能;利用各种方法从数据和信息中提取知识则体现知识发现,通过智能还可从已有知识里整合出新知识。DIKW 概念链(数据—信息—知识—智慧)是情报学的基本模型之一,反映了图书情报学的核心是对数据和信息进行组织和处理[6],进而获得知识和智能。从 20 世纪 80 年代起,图书情报学的研究开始逐渐从图情学对象拓展至知识和智慧。知识组织、知识发现和知识地图成为重要的研究主题,数据可视化、数据挖掘等方法被引入用于支撑图书馆、科研、政府和经济社会中的情报分析。情报分析在信息设备低廉化、处理对象数字化、计算方法智能化的背景下,走向计算型情报分析[7]。国内图书情报学界已有了诸多成功的探索。上海图书馆的家谱关联数据服务平台通过关联数据技术,构建语义本体,提供知识内容揭示,并通过开放数据与外部互联,重组图书馆传统资源和业务,提供针对各类用户的数据挖掘服务[8]。浙江大学图书馆的知识发现系统整合海量数据,使用关键词联想推荐算法,通过计算关键词之间的直接关系和隐语义关系,辅助发现各领域的知识前沿和热点[9]。

另一方面,Provost 和 Fawcett 也指出,数据科学是支持和指导从数据中有条理地提取信息和知识的一组基本原则[10]。近年来数据科学的发展主要包括三个方向:第一,基础数据的构建,我国的"新基建"战略也含有这一方面的内容;第二,智能方法的推进,当前如火如荼的人工智能已成为学界和业界最为关注的科技方向之一;第三,"数据—知识—智能"的贯通,即在前两个方向的基础上,实现方法体系与实践落地的问题。可见,图书情报学和数据科学在关于数据、信息、知识和智能上的认知既有进路上的各自差异,又有目标方向上的一致性。既然 DIKW 概念链可以用作图书情报学理论构造的概念基础,数据智能和知识发现作为一个特色的研究方向乃至跨界拓展就有了逻辑合理性。

3 数据智能和知识发现交互作用下的跨界拓展三重点

数据智能和知识发现作为 DIKW 概念链上存在的内生动力,在其交互作用下可为图书情报学提供整合发展和跨界拓展的有效方向,围绕以下三大重点的拓展尤其值得关注。

3.1 面向知识发现的数据智能

数据智能的终极目标自然是指向知识发现,这是一种数据驱动的发现(Data-driven Discovery)。基于数据、通过算法、发现新知,在大数据时代更加体现智能,这为面向知识发现的数据智能提供了更加广阔的发展前景,将直接对数据分析、信息分析产生变革,使得通过数据的跨界拓展成为可能。

从现在的时间节点向前回望,20 世纪中叶就开始兴起的"信息时代"更像是为"数据时代"构建的基础设施,当"数据时代"的概念还未完全深入人心,前沿又快速地进化出了"数智时代"。数据智能这一标志性的概念,体现了信息和数据都并非终点,而只是起点。时代对于理论、方法和工具的真正要求是"基于数据的智能"。在过去的十年中,大数据尝试解决数据构建问题,云计算试图征服算力问题,人工智能尝试给出更有效的方法,物联网尝试提供更坚实的承载,区块链可用于安全的保障,而 5G 的落地将克服实时性这一难题。"忽如一夜春风",多项革命性技术的进步,使得数据智能的实现仿佛就在眼前。无论是历史的偶然,还是技术的"奇点",面向知识发现的数据智能已经让包括图书情报学在内的诸多领域看到了曙光。正是在这一背景下,利用数据智能的方法和工具体系重新思考图书情报学的知识发现流程,就成为了一个重要的方向。若这一道路能走通,将首先对图书情报学的方法范式带来新的提升,使得该学科在方法论上得到一次升华;其次,数据智能的路径有望使图书情报学在知识

发现这一核心问题和目标上取得新的突破,使得学科可以走向更为广阔的前沿领域,学人可以得到更多的前沿发展机遇。

3.2 融通数据智能的知识发现

知识发现总是需要数据支持,这是一种知识整合研究(Knowledge-integrated Research),融通数据而发现新知在知识集成时代更加具有活力,这为各学科知识的跨学科交叉发展提供了更加宽广的前景,也将直接推进知识分析和知识管理,使得通过不同学科知识交融的跨界拓展成为可能。

当前,数据驱动决策在诸多领域中均是具有前景的应用[11]。在很长的历史里,对知识的认同依赖于信任而不是真理,图书情报学一直致力于将这种信任构建于情报和信息的分析,故而采用适当的、有针对性的信息挖掘和呈现方法对图书情报学而言具有明显的重要性。融通数据智能,通过可信任的数据来源和可靠的技术手段,有望提供一种来自客观技术信任的知识发现过程。科学或者知识的发展,在很大程度上是一系列的科学理论、学术成果扩散和融合的过程。或许是源于科技情报的天然基因和文献计量学数十年的科学数据分析基础,图书情报学相关学者在融通数据智能的科学知识发现中已有了若干综合性工作。2018 年,Fortunato、Bergstrom 和 Börner 等在 *Science* 杂志上给出“Science of science”的数据化框架[12],与国内已经存在多年的“科学学”提法不同的是,其核心是将分析科学知识的工具从文献计量学提升为数据智能方法,从而有望解决文献计量学长期以来限于表层属性分析的局限[13-14],也有望通达从表层属性统计到科学内容挖掘和评价的道路。

3.3 学术评价综合应用

学术评价是一个涉及多学科各领域的复杂问题,正好成为数据智能和知识发现的综合应用指向。超越传统引文分析法[15]的新探索正在兴起[16],数据智能和知识发现的综合运用将大有可为。

基于文献计量学的学术评价是整个图书情报学最具有学科输出和跨界影响的主题之一,但也充满争议。争议的核心,就是包括引文分析在内的所谓“客观方法”并不能对学术贡献和知识内容进行正确的评价。这一问题有望在数据智能和知识发现的叠加下得到很大程度的改善[17]。在数据层面,基于文献计量学的学术评价一直被诟病只能统计以论文为主的学术文献,但实际的学术成果具有多样性,这也是多年来“分类评价”举步维艰的技术性原因之一,而结合结构化数据和非结构化数据的数据智能将使得对学术数据的分析维度可拓展到几乎所有成果类型。在方法层面,“定量”的标签对于文献计量学可谓“成也萧何,败也萧何”,无法深入到科学知识内容的评价注定只能是“隔靴搔痒”,在数据智能基础上的深度挖掘则可望对“认同”和“创新”等学术评价中更为深层和本质的属性进行正确评价,从而构成真正意义上的“学术评价”,而不仅仅是“文献评价”。若图书情报学能率先在学术领域实现数据智能和知识发现的整合,并成功解决学术评价这一当前科学系统最大的难点问题之一,将极大地提升学科整体地位和影响力。

4 实证案例:跨界拓展实践

在我国高校的学科配置中,图书情报学科已有一定历史积累和分布规模,特别是在以文科为主或文理综合的高校里发展相对稳定[18]。华东师范大学的图书情报学科处于以师范和文科为特色的学校环境中,加上地处上海这一改革创新的前沿阵地和图情事业重镇,在四十余年的建设过程中,上下求索,是“海派”图书情报学的摇篮,有过成功的经验,也有过曲折的经历。经验是在自身优势得到发挥、外部环境能够支撑的前提下,发展与创造才是根本。在跨界拓展氛围中,华东师范大学图书情报学科正以图

书情报学为核心,拓展至科学数据、文化数据和商业数据三个重点方向。近年来利用“软科学、硬技术”优势进行数据智能与知识发现研究的两个案例,构成了本文所述跨界拓展的实证探索。

4.1 “中国哲学社会科学国际化研究前沿”项目案例

中国哲学社会科学研究如何走向世界并在世界形成中国话语权,是摆在中国哲学社会科学所有学科面前的共同问题。面对这样的大学科跨度问题,传统研究方法和单一学科很难推进。经过反复论证,采用基于数据的智能方法,并结合专家深度研判,是比较可行的方案。2019 年 9 月,由华东师范大学校长钱旭红院士担任组长的项目组,启动了这一探索性创新项目,项目主体结构如图 2 所示。

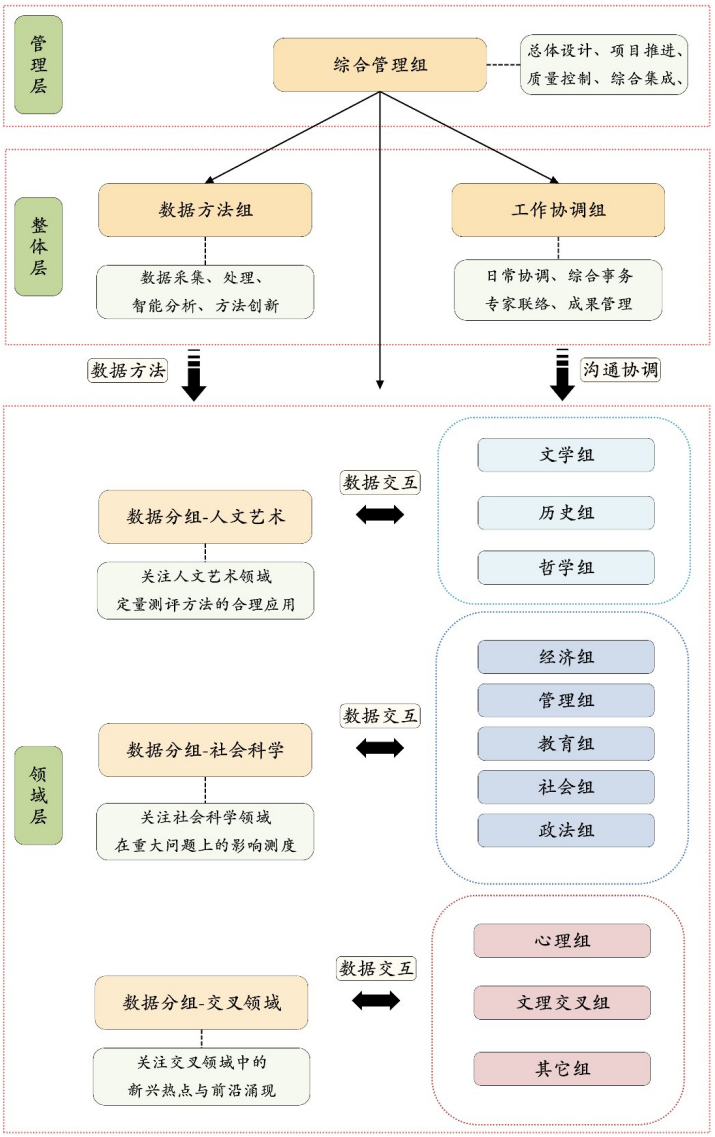

图 2　“中国哲学社会科学国际化研究前沿”项目主体构架

该项目是华东师范大学的整体战略项目，全校十余个文科二级单位均参与其中，并由各学科出面联动各领域国内外知名专家，项目参与专家人数已累计超过 500 人。项目超越了图书情报学和文献计量学范畴，整合了多源异构的结构化数据和非结构化数据，集合了文献计量学方法和人工智能方法，并在“数据—智能—专家”三者之间的互动研判上进行模式创新，最终将对我国哲学社会科学在国际上的知识创新前沿研究深入到知识内容层面进行探讨。整体项目首席专家和数据方法组组长由图书情报学科教师担任，而十一个学科领域组则由各文科二级单位负责人或学科带头人牵头组建。可见，面向数据智能和知识发现，即使面对跨度较大的综合性问题，若能较好地发挥“软科学、硬技术”优势，图书情报学科就能在其中发挥主要作用，这一优势在跨界拓展中尤其适用。

4.2 “基于工程科技的上海重大需求研究”项目案例

面对复杂的社会经济问题，如何做出最优决策是社会管理中的核心问题。过去，这一问题一直依赖于行业专家和管理专家的经验判断，即使有数据支撑，通常也较为片面。“数智时代”的到来让这一问题看到了解决的曙光。2019 年 11 月，在上海院士中心的支持和合作下，这一基于数据智能和知识发现的智库决策支持科学化示范项目得以启动，首期定位于上海市的重大民生需求挖掘与研判，项目主体结构如图 3 所示。

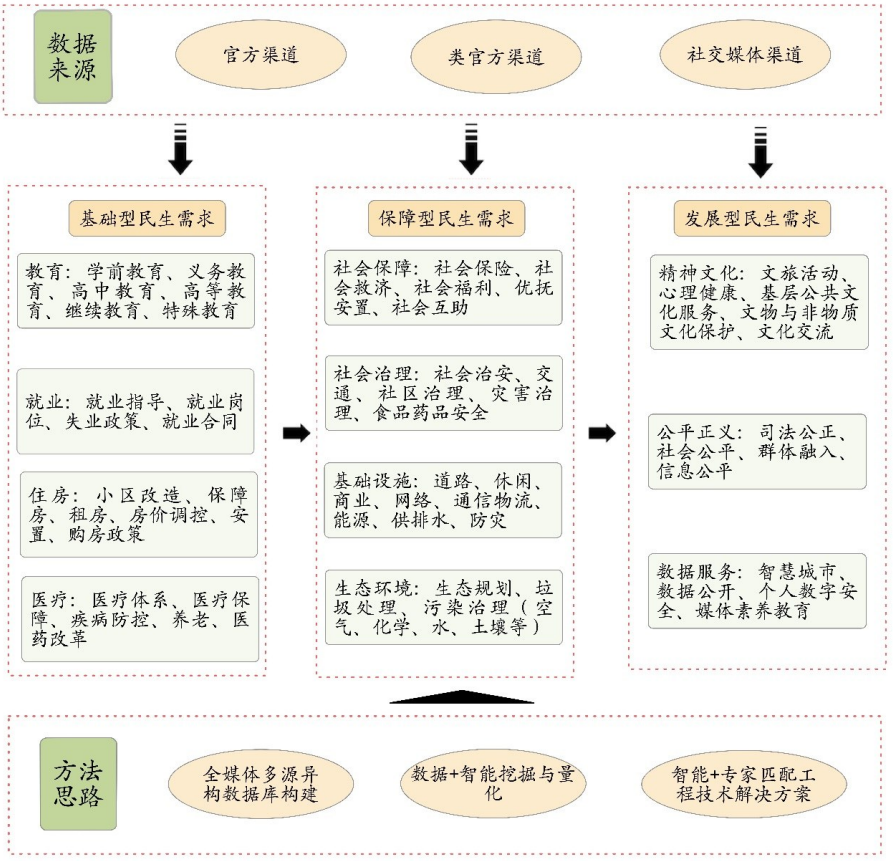

图 3 “基于工程科技的上海重大需求研究”项目主体构架

该项目以民生需求挖掘为例,进行数据驱动的决策支持研究,针对官方数据、类官方数据和社交媒体数据等多源异构数据,通过智能化数据处理方法,探索更细粒度的民生需求和关注要点,并与官方结论进行交叉比较,找出其中不对应之处。通过对细粒度民生需求的智能捕捉,制定数智结果与专家研判的交互规则,避免了从数据到结论的武断性,也规避了专家经验的主观性。这一过程即为典型的融通数据智能的知识发现,在本案例中将为高质量科技智库产品的构建和管理提供示范流程。该项目与前一项目类似,由华东师范大学图书情报学科团队具体负责设计和推进,并牵头配合上海院士中心进行领域专家组的组建等工作。

结合两个项目的初步实践,可以清晰地看到图书情报学切入社会重大需求领域,甚至引领各学科领域进行大跨度研究的可能性。其中,图书情报学能在数据智能与知识发现中发挥纽带作用,这正是兼具"软科学、硬技术"特征的图书情报学跨界拓展的宝贵机遇。

5 扩展讨论:图书情报学在跨界拓展中的特色和优势

一个学科在跨界拓展中理应为所研究的问题增添新的知识,假如这些新知识不是其他学科所能造就或给与的,就正好体现该学科的价值或特色。图书情报学若要在跨界拓展中有所作为,也必然需要体现自身特色。

以前面提及的智库研究和大数据研究为例,在图书情报学不是相关核心学科或主流学科的情况下,如何体现图书情报学对这两大跨界主题的特色贡献,就成为是否需要图书情报学介入和如何介入的判据。而若以数据智能导引智库研究、以知识发现统筹大数据运用,则可能形成在智库研究和大数据研究中的图书情报学特色。这种特色的形成需要一定时期的积累和学界公认,因而更需要有跨界拓展的策略。策略制定不能只是追逐热点,而应考虑长期稳定、可持续和核心特色。

同时,图书情报学的跨界拓展也要明确与经济管理和信息科技跨界拓展的比较优势,在数据驱动与知识整合视野和"软科学、硬技术"分界中,图书情报学与经济管理相比具有"硬技术"优势,而与信息科技相比则有"软科学"优势,结合前述实践案例,集成"软科学、硬技术"应是图书情报学在跨界拓展中的核心优势(见图4)。

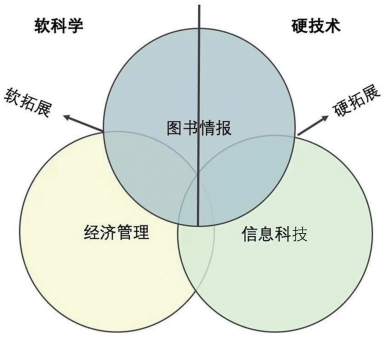

图4 图书情报学在"软科学、硬技术"中的比较优势示意

虽然国内把图书情报学归属于管理学门类,但其跨学科特质恰似融通"软科学、硬技术"的桥梁,这一优势值得发挥,在跨界拓展中既与信息科技一道"硬拓展",也与经济管理一道"软拓展",进而把面向学术前沿和国家地区重大战略需求推进学科交叉融合作为总体发展方略。

这种整合可简称为DAC,意为数据—学术—创造(Data-Academy-Creativity),也代表一种数字学术文化(Digital Academic Culture),还代表着发展与创造(Development and Creation)。因此,DAC整合论可以作为跨界拓展之内核和简要表述。近闻国家有关部门即将确立交叉科学作为第十四大学科门类,DAC整合可望在其中大有作为。

6 小结

综上所述,在数据驱动与知识整合研究视

野中,在 DIKW 概念链上统合数据智能和知识发现作为图书情报学跨界拓展的有效方向具有逻辑合理性,面向知识发现的数据智能、融通数据智能的知识发现、学术评价综合应用将是数据智能和知识发现交互作用下的图书情报学跨界拓展三大重点,而面对研究问题能否形成图书情报学特色将是衡量图书情报学跨界拓展是否成功的标志。建议发挥图书情报学在“软科学、硬技术”分界中的比较优势,在跨界拓展中既与信息科技一道“硬拓展”,也与经济管理一道“软拓展”,以数据智能和知识发现形成特色方向和 DAC 内核,甚至在多学科大跨度的重大攻关和决策中起到主导地位。本文观点已在华东师范大学图书情报学科团队为主推进的“中国哲学社会科学国际化研究前沿”和“基于工程科技的上海重大需求研究”项目中得到了一定程度的检验。更多理论与实践,期待学界共同探索。

参考文献

[1] National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, et al. Facilitating interdisciplinary research [M]. Washington, D. C.: The National Academies Press, 2005.

[2] 张琳,黄颖. 交叉科学:测度,评价与应用[M]. 北京:科学出版社,2019. (Zhang Lin, Huang Ying. Interdisciplinarity: measurement, evaluation and applications [M]. Beijing: Science Press, 2019.)

[3] 叶鹰. 图书情报学的学术思想与技术方法及其开新[J]. 中国图书馆学报,2019,45(2):15-25. (Ye F Y. An essay on the academic thoughts and technical methods with their renewing in library and information science [J]. Journal of Library Science in China, 2019, 45(2): 15-25.)

[4] Ding Y, Stirling K. Data-driven discovery: a new era of exploiting the literature and data [J]. Journal of Data and Information Science, 2016, 1(4): 1-9.

[5] 叶鹰,马费成. 数据科学兴起及其与信息科学的关联[J]. 情报学报,2015,34(6):575-580. (Ye F Y, Ma Feicheng. Data science: its emergence and linking with information science[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2015, 34(6): 575-580.)

[6] 胡小菁. 文献编目:从数字化到数据化[J]. 中国图书馆学报,2019,45(3):49-61. (Hu Xiaojing. Cataloging from digitization to datafication[J]. Journal of Library Science in China, 2019, 45(3): 49-61.)

[7] 李广建,江信昱. 论计算型情报分析[J]. 中国图书馆学报,2018,44(2):4-16. (Li Guangjian, Jiang Xinyu. On computational intelligence analysis[J]. Journal of Library Science in China, 2018, 44(2): 4-16.)

[8] 夏翠娟,刘炜,陈涛,等. 家谱关联数据服务平台的开发实践[J]. 中国图书馆学报,2016,42(3):27-38. (Xia Cuijuan, Liu Wei, Chen Tao, et al. A genealogy data service platform implemented with linked data technology[J]. Journal of Library Science in China, 2016, 42(3): 27-38.)

[9] 胡玉婷,黄晨. 知识发现系统的关键词联想推荐研究[J]. 图书馆杂志,2018,37(2):71-77. (Hu Yuting, Huang Chen. Research on keywords association recommendation of knowledge discovery system[J]. Library Journal, 2018, 37(2): 71-77.)

[10] Provost F,Fawcett T. Data science and its relationship to big data and data-driven decision making[J]. Big Data,2013,1(1):51-59.

[11] Li F,Tang L. When international mobility meets local connections:evidence from China[J]. Science and Public Policy,2019,46(4):518-529.

[12] Fortunato S,Bergstrom C T,Börner K,et al. Science of science[J]. Science,2018,359(6379):eaao0185.

[13] Wu L,Wang D,Evans J A. Large teams develop and small teams disrupt science and technology[J]. Nature,2019,566(7744):378-382.

[14] Wang Y,Jones B F,Wang D. Early-career setback and future career impact[J]. Nature Communications,2019,10(1):1-10.

[15] Garfield E. Citation indexing:its theory and applications in science,technology,and humanities [M]. New York:Wiley,1979.

[16] He J,Chen C. Predictive effects of novelty measured by temporal embeddings on the growth of scientific literature [J/OL]. Frontiers in Research Metrics and Analytics,(2018-03-05)[2020-08-15]. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frma.2018.00009/full.

[17] Clauset A,Larremore D B,Sinatra R. Data-driven predictions in the science of science[J]. Science,2017,355(6324):477-480.

[18] 赵星,乔利利,杨洁. 我国高教变革对信息资源管理学科群的影响[J]. 图书与情报,2019(6):18-24.(Zhao Xing,Qiao Lili,Yang Jie. The impacts of higher education reforms in China on the disciplines of information resource management[J]. Library and Information,2019(6):18-24.)

赵 星 华东师范大学经济与管理学部信息管理系、统计与数据科学前沿理论及应用教育部重点实验室教授,博士生导师。上海 200062。

乔利利 华东师范大学经济与管理学部信息管理系博士研究生。上海 200062。

叶 鹰 南京大学信息管理学院教授,博士生导师。江苏 南京 210023。

(收稿日期:2020-08-18)