

·前沿与热点·

科学研究组织范式的演进发展与趋向*

曲建升¹ 卜玉敏^{1,2} 刘红煦^{1,2}

(1.中国科学院兰州文献情报中心 甘肃兰州 730000)

(2.中国科学院大学 北京 100049)

摘要:自19世纪初以来,科学研究组织范式经历了一系列发展演变过程。具体表现为由封闭的实验室合作向开放的规模化合作发展,由单学科研究向跨学科研究发展,由兴趣导向式向问题导向式发展,其中计算机网络和信息技术的发展极大地推动了现代科学研究组织范式的开放集成化发展趋势。依据其发展历程并参照已有文献,文章将科学研究组织范式的发展分为封闭协作式、多元合作式和开放集成式三个阶段,着重分析了当前开放集成式科学研究组织范式的组织模式及其现实意义,并根据研究现状和发展需求提出了该领域今后的研究方向。

关键词:科学研究组织范式;封闭;开放集成;跨学科

中图分类号:G252.8 **文献标识码:**A **DOI:**10.11968/tsyqb.1003-6938.2017051

An Analysis on the Science Paradigm and ITS Evolution Pathway and Development Tendency

Abstract Since the beginning of the 19th century, the science paradigm has undergone a series of development and evolution. It is characterized by the developments from closed laboratory cooperation to large-scale collaboration, from single-disciplinary research to interdisciplinary research and from interest-oriented pattern to problem-oriented pattern. The trends of the science paradigm towards openness and integration have been largely promoted by the development of computer networks and information technology. Based on its development process and existing literature, the paper divides the development process of the science paradigm into three stages—closed-workshop style, multi-collaborative style and open-integrated style. Then it analyzes the organizational mode and practical significance of the current open-integrated science paradigm. Finally, based on the research status and development requirements, the paper proposes future research directions in this field.

Key words science paradigm; closed; open-integrate, interdisciplinary

1 引言

科学研究组织是进行科学研究的基本单元,组织的合理性直接影响研究成果的质量。在当前日益开放的信息环境中,知识的生产和传播模式正在经历快速转变,研究者之间的相互交流和合作及其与信息交互成为知识生产和创新的重要环节。了解科学研究组织的演进历程,把握其历史发展趋向,同时明确认识当前科学研究组织范式的特点,有助于制定符合科技发展规律和发展趋势的科技政策,构

建合理的科学研究平台,从而促进知识创新,提高科学研究者及研究组织的科研水平。笔者通过文献调查发现,目前多集中于对当前科学研究组织形式的分析和策略研究,虽有一些关于其发展过程和模式分类的研究,但存在划分笼统或分析的时间跨度较短的问题。鉴于此,本文试图从集成性和开放性的角度,探究自19世纪初期以来的科学研究组织范式的演进历程,并详细分析当前科学研究组织的发展情况,希望在促进本领域今后的研究、制定科学的科技政策和构建合理的科学研究平台方面有所裨益。

* 本文系国家自然科学基金项目“气候变化科学成果集成研究范式及其实现平台研究”(项目编号:41671535)与中国科学院大学生创新实践训练计划“元分析与集成研究技术与方法”研究成果之一。

收稿日期:2017-01-18,责任编辑:魏志鹏

2 科学研究组织范式的历史演进

2.1 演进过程分析

19世纪初,在传统的学科结构和体制之外的研究场所数量开始激增,真正意义的研究^①开始出现^{[1]9}。以德国柏林大学改革为代表的大学改革运动确立了科研在大学职能中的重要地位,科研工作以教授或者学者为主导^{[2]30},在讲座^②、研究所、研讨班和实验室范围内进行,并且这种集教学和科研于一体的大学研究组织形式很快扩展到世界其他国家^[3]。20世纪初,物理学和化学在第一次世界大战中发挥了重要作用,为以物理学和化学为代表的实验科学的发展提供了重要机遇。战后,在国家、企业、基金会等非学术组织的研究支持和控制下,少数的领域精英被集中起来从事某一领域的科学研究,许多物理学家和化学家加入工业或政府的研究实验室,知识的生产与应用开始联系起来^{[4]285-287}。这一时期部分自然学科(主要是物理、化学和生物)的研究工作受到大学以外的非学术组织的干预和引导,国家精英和资源控制者通过对研究资源的控制进而影响研究组织和研究方向,科学研究从大学的工作体系中解放出来,但这种协作依然局限于小型组织范围内,受研究领导人的控制,且参与协作的主体以少数精英科学家为主。

第二次世界大战对科学研究组织范式的发展产生了重大影响。战争的需要催生了大型合作的科学研究组织项目曼哈顿计划。曼哈顿计划由美国主导、英国和加拿大参与,历时3年,耗资近20亿美元,共有13万余人参与研究,在美国、英国和加拿大建立了30多个研究工作点^[5]。在战后的许多西方国家,政府开始通过多种手段直接干预科学研究,积极促进科学与国家战略、军事、商业和社会等多元目标相结合^{[6]40}。在多元的研究需求和经费来源等外因的刺激下,多种形式的跨学科研究组织相继成立,促进了大科学研究的发展。在科技快速发展的背景下,企业越

来越注重自身科技水平的提升,研发工作受到充分重视。一些以研发为核心业务的企业或合作机构发展起来,从而具有了科学研究组织的性质。为提高技术水平,同时降低风险而成立的企业研发联盟,成为20世纪80年代发达国家企业研发的主要发展趋势^{[1]118-119}。至此,科学研究组织已经打破了传统的封闭式协作研究,开放的多元合作趋势日益明显。

20世纪90年代,科学研究组织范式在已有的基础上进一步提高开放水平。一方面,在协作模式和协作范围上,20世纪中期以后高等教育大众化的发展趋势和90年代信息技术的发展为公民参与科研提供了发展契机。1992年,美国康奈尔大学鸟类学实验室开展的“公众参与鸟类研究”是学术界在基金支持下对公民参与科研的早期尝试^[6]。90年代中期,学术界提出了公民科研的概念,用以说明向公众开放科研工作和科研政策的必要性^[7]。21世纪之后,网络信息技术的发展对分布式的公民科研提供了技术支持,公民科研项目大量增加,涉及鸟类研究、昆虫研究、微生物疾病、生态系统、气候变化等多个研究领域;另一方面,在信息、知识的交流和共享上,20世纪末和21世纪初,国外兴起了一系列基于网络信息技术的开放获取运动,以使用户在保证原文完整性和获得作者认可、支持的基础上,在无经济、法律和除与网络有关的技术因素的约束下,进行文献的阅读、下载、复制、传递、打印、检索或获取全文,用于索引或数据分析等多种合法目的^[8]。直到目前,开放获取一直在科学研究中发挥重要作用并不断深入开展。

2.2 演进的阶段划分

有学者按照科学研究组织范式的发展或出现的先后顺序对其分类进行了研究。刘晓玲和曾国屏^[9]把科学组织运行模式分为三类,分别是认识驱动型、战略均衡型和动态组合型为核心的运行模式。认识驱动型以基础研究为主,呈现“孤独天才式”和技术推动式”的特点,战略均衡型注重研究与应用的均衡;动态组合型是指根据研究成果的社会化和商业

① 真正意义的研究:19世纪的科学研究逐步趋于规范,主要体现在:19世纪初期开始,数学、物理学、化学、天文学、生物学等自然科学研究取得一系列重要成果,理论科学逐步取代经验科学成为主要的研究范式;科学共同体内部的交流增加,研究成果需要得到科学共同体的认可;形成了一定的科学传播模式。这一时期的科学研究以学术研究为主。

② 讲座:大学组织中集教学与科研于一体的基本单元。

化应用,进行各个组织和科研资源的动态组合;肖建华和李雅楠^[6]基于知识生产模式的变化把科学研究组织分为三类,分别是学科推动类、应用拉动类和介于二者之间的双驱动类型,认为学科推动类多以研究兴趣为动力,以推动学科发展为目标,应用拉动类多以实际应用为动力,以服务社会活动为目标,双驱动类兼具二者特点;许为民等^[11]认为科学研究组织整体趋势是由封闭式向开放式转变;J. Wang 和 B. H. Kleiner^[12]将 20 世纪 90 年代中期以后的企业研发分为协同集成 (Coordination and Integration) 和进入 21 世纪之后的多元联动 (Multi-Fusion) 两个阶段。在协同集成阶段,越来越多的企业加入研究联盟开展多源技术的合作研究;多元联动阶段则以多技术和多组织的联动协作、公民参与、共用资金、共担风险的松散联合研究模式为主要特点。

由此可见,19 世纪以来,科学研究组织范式的演进过程呈现以下特点:第一,由封闭的小范围协作向开放的规模化合作发展;第二,由单学科研究向跨学科研究发展;第三,随着知识生产与应用的联系日益密切,研究动力由兴趣导向转向问题导向;第四,计

算网络和信息技术的发展极大地推动了现代科学研究组织模式的开放和集成化的发展趋势。基于此,文章将 19 世纪初期以来的科学研究组织范式划分为封闭协作式、多元合作式和开放集成式三个发展阶段^[13-14](见图 1)。

为便于分析与说明,现将各个阶段的代表性研究机构及其特点进行概括(见表 1)。

需要注意的是,在科学研究组织范式不断发展演化的过程中,任何范式都要经历孕育、形成、发展和更替的过程^[1]。因此,不同范式的发展是相互联系的,多种科学研究组织范式可在同一时期内同时存在。新型科学研究组织范式不是对传统科学研究组织范式的完全替换,而是适应时代发展的改进和互补。

3 开放集成的科学研究组织范式分析

20 世纪 90 年代至今,随着复杂性研究问题的增加,开放集成的科学研究组织范式日益在多领域研究中得到广泛应用。与传统的科学研究组织范式相比,其特点主要体现在广泛的跨学科性、开放性和集成性三方面,在大科学、交叉科学、集成科学研究中

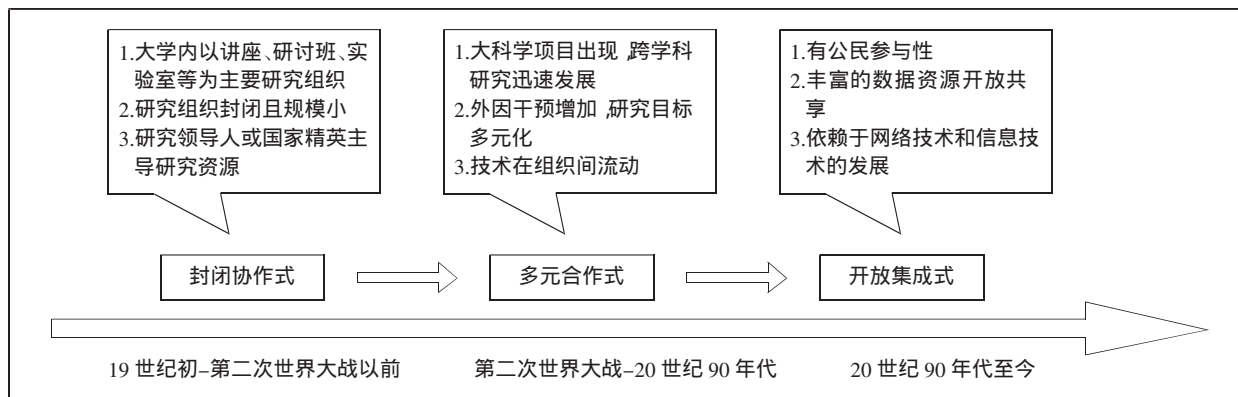


图 1 科学研究组织范式演进图

表 1 科学研究组织范式各发展阶段的代表机构及其特点

发展阶段	代表机构/研究计划	组织形式	参与主体	直接经费来源	学科范围
封闭协作式	德国柏林大学、吉森大学	讲座、研讨班、研究所及实验室	学者、教授、学生等组织单元内的个人	大学	单一学科范围的研究
多元合作式	美国工程研究中心计划	组织合作	大学牵头,与一个及以上的工业界或其他从事工业研究实践的组织合作	联邦政府(国家科学基金会和其他政府部门)、工业界、大学和州政府	需多学科知识整合
开放集成式	地球系统科学联盟	国际合作组织	由世界 100 多个国家参与,与亚太全球变化研究网络、泛美全球变化研究所密切合作,同时通过开放科学会议与世界从事相关研究的科学家保持互动	各成员国	广泛的自然和社会科学的跨学科研究

发挥着重要作用。

3.1 组织模式分析

在开放集成的科学研究组织范式中,研究目标多与实际应用相结合,包括参与国际研究计划、服务国家发展战略、支持政府决策、促进企业发展等。开放集成式科研是发生在不同的组织或不同组织中个体之间的协作式科研。根据来源组织种类,可分为党政机关研究机构、高校和科研院所、企业研究部门和社会公众。在参与合作的主体中,根据角色不同可分为具备跨学科合作研究管理经验的战略组织者和各相关学科领域的科学家,以有组织地通过不同学科理论、方法和技术的综合集成来寻找解决问题的最佳途径。在计算机网络和信息技术的帮助下,分散在不同地域的研究者通过公共信息空间下的信息编码、存储和检索实现信息、知识的同步交互共享和集成^[5]。在对科研结果的评估上,开放集成科学研究组织范式下的评估标准更为宽泛,一方面,由于组织构成多元化,涉及多种学科领域和有不同利益期望的行为主体;另一方面,实际应用情境涉及政治、经济、社会等多方面的发展问题,因此,对科研成果的评估也是综合和多维的^[1]。据此总结出开放集成的科学研究组织范式(见图2)。

3.2 现实意义

现代科学研究组织范式的开放性体现在两方面。(1)开放性的合作和参与。科研合作规模化和认知主体多元化,同时参与科研工作的既包括职业科

研人员,也包括业余科研爱好者,具有公民参与性;(2)开放的知识流动和数据资源共享。在网络技术的支持下,规模化合作在时间和空间两方面提高了知识的流动性,全球性的开放获取运动为科研工作提供了丰富的数据和信息支持。在开放性的基础上实现有效的人机体系集成、跨学科集成、研究方法集成以及信息、知识和智慧的综合集成。

开放集成的科学研究组织模式多用于大科学研究、集成研究等具有战略意义的研究项目中,并已取得广泛的研究成果,在推动科技前沿问题研究方面发挥了重要作用。以下主要从大科学和集成科学研究方面分析开放集成的科学研究组织范式的现实意义。

(1)优化学科结构,培育交叉学科,促进知识创新。大科学项目和集成研究项目多用于前沿科学问题研究,依靠任何一个单一学科都无法解决,而需要多个组织联合开展跨学科的合作研究。跨学科研究使来自不同学科的研究者在多学科的前沿交叉领域展开合作,甚至跨越学科边界形成新的学科,促进交叉科学的产生和发展^[6]。S. Frank和H. Paul^[7]按照项目的时间跨度和集成过程将学科集成模式分为四种,按对学科群落影响程度由浅到深分别是“采购式”集成、“协同式”集成、“整合式”集成和“组配式”集成。协同式集成通过多学科知识和研究工具的结合产生新的研究方法,整合式集成通过与其他学科工具和理论的结合优化学科结构,组配式集成通过多学科知识和研究行为的结合产生新的研究

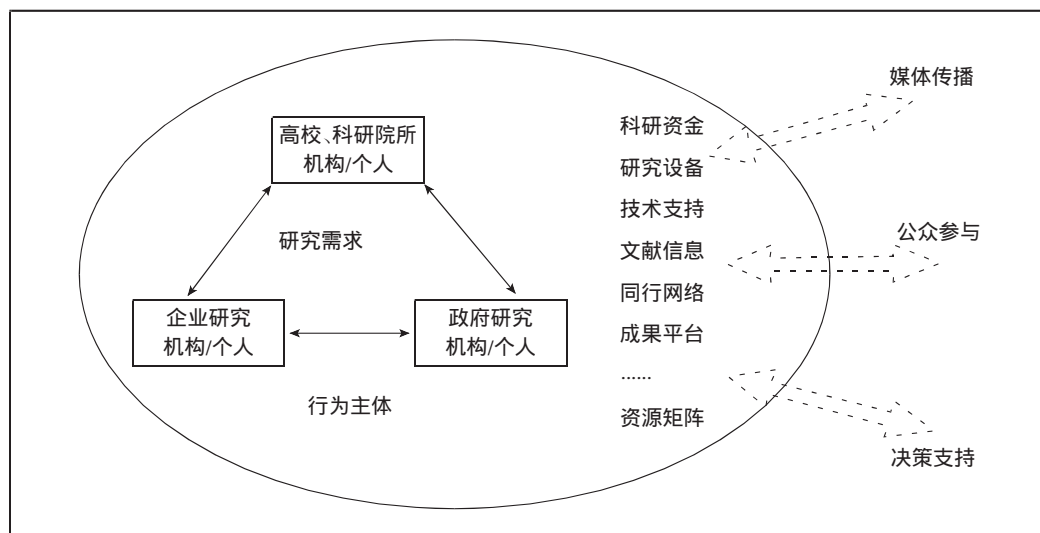


图2 开放集成式科学研究组织范式模型

领域、交叉学科和新研究方法。许多学者通过研究认为交叉科学对知识生产和知识创新有积极影响^[1]。

Q)为集成研究提供开放的数据支持。自上世纪90年代国外兴起开放获取运动之后,开放获取在各国得到迅速传播和发展。数据资源共享正受到越来越多的科研基金组织、学术期刊出版社、出版商、高校和科研院所的支持,一批支持数据资源共享的数据库和知识库建立并已在多学科领域的研究中发挥重要作用^[8-19]。在集成研究项目中,每个相关领域的数据集都有潜在的利用价值,开放获取机制为集成研究提供了广泛的数据和信息资源的支持。

4 结语

本文从集成性和开放性的角度探究了科学研究组织范式的演进发展历程,并对当前的新型科学研究组织范式进行了详细分析。纵观科学研究组织范式的发展历程,其整体呈现出由封闭到开放的特点,文章据此将其划分为封闭协作式、多元合作式和开放集成式三个发展阶段。当前开放集成的科学研究组织范式对大科学、集成科学和交叉科学的研究和发展具有重要意义。

随着时代的进步,科学研究组织范式不断发展和完善。新型科学研究组织范式的出现在服务社会发展和促进知识创新的同时,不可避免地受到客观因素的制约。笔者将其总结为以下四点,希望有助于该领域今后的研究和发展。

(1)开放集成的科学研究组织范式对信息技术及其应用提出了更高的要求。在实际应用对科研工作的强烈驱动下,原始的知识创新相对减少,更多的是根据特定的应用情境通过对已有知识的重新配置来达到解决实际问题的目的。因此,对全球范围内多种形式的数据库、信息和知识的及时获取、处理、存储、传播和利用就显得尤为重要。在大数据时代,信息识别和信息处理技术需要进一步提高,以实现信息和知识的有效管理及利用。

(2)已有相关实践和研究说明,公民科研对经济建设、文化建设、社会发展和区域性问题的解决、民间科学与主流科学的协调发展有积极作用^[20]。目前国内对公民科研的研究和实践还相对落后,如何有效开展公民科研有待未来的进一步研究和实践。

(3)在开放的科研环境下,不同科学研究组织的协同创新成为新的关注点。但是目前的支持保障机制远远不够,需要在制度建设、信息资源建设以及信息资源开放共享等方面继续探索和实践。

(4)科学家需要突破传统的分散独立式思维和模式,积极向复合型、协作型人才转变。在开放集成的科学研究组织范式背景下,优秀的科研人员不仅要深谙本领域的专业知识,关注学科前沿,还需要突破学科限制,学习并掌握科学先进的研究方法,通过加入多种形式的跨学科研究团队、参与合作研究或大科学研究项目等多种方式,培养并提高跨学科研究和协作研究能力。

参考文献:

- [1] (英)迈克尔·吉本斯,卡米耶·利摩日,黑尔佳·诺沃提尼,等.陈洪捷,沈文钦,译.知识生产的新模式[M].北京:北京大学出版社,2011:9,19,118-119.
- [2] (美)伯顿·克拉克.王承绪,徐辉,译.高等教育系统—学术组织的跨国研究[M].杭州:杭州大学出版社,1994:50.
- [3] 王寿朋.大学研究组织变迁研究——学科的视角[D].上海:华东师范大学,2010.
- [4] (英)理查德·惠特利.赵万里,陈玉林,薛晓斌,译.科学的智力组织和社会组织(第二版)[M].北京:北京大学出版社,2011:240,285-287.
- [5] Wikipedia. Manhattan Project [EB/OL]. [2016-11-14]. https://en.wikipedia.org/wiki/Manhattan_Project.
- [6] Rick B, Heidi B, Rebecca J, et al. Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education [R/OL]. [2016-07-14]. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519688.pdf>.
- [7] Wikipedia. Citizen science [EB/OL]. [2016-07-14]. https://en.wikipedia.org/wiki/Citizen_science.
- [8] Suber P. Open Access [M]. Massachusetts: The MIT Press, 2012: 7.
- [9] 刘晓玲,曾国屏.当代科学研究及其组织运行模式的变化[J].科学性研究,2007,25(4):598-603. (下转第71页)

- [62] 完颜邓邓,高峰.澳大利亚高校图书馆研究数据管理服务的调查分析[J].图书与情报,2015(3):71-76.
- [63] 赵蕾霞,钟永恒.美国高校图书馆科研数据管理服务调查分析[J].图书馆理论与实践,2015(6):54-58.
- [64] 黄红华,刘兹恒.国内图书馆参与数据管理的主要做法[J].中国教育网络,2016(5):73-74.
- [65] Directory of Open Access Repositories [EB/OL]. [2016-12-09]. <http://www.openoar.org/>.
- [66] Confederation of Open Access Repositories [EB/OL]. [2016-12-09]. <https://www.coar-repositories.org/>.
- [67] COAR Strategic Directions 2016-2018 [EB/OL]. [2016-12-09]. <https://www.coar-repositories.org/about/coar-ev/strategic-plan/>.
- [68] 2016 中国机构知识库学术研讨会 [EB/OL]. [2016-12-04]. <http://2016chinair.csp.escience.cn/dct/page/1>.
- [69] OpenAIRE [EB/OL]. [2016-12-10]. <https://www.openaire.eu/>.
- [70] 魏蕊,初景利.美国大学图书馆基于机构知识库的出版服务实践研究[J].大学图书馆学报,2015,33(3):5-11.
- [71] Open Access Week [EB/OL]. [2016-12-20]. <http://www.openaccessweek.org/page/about>.
- [72] University of Waterloo Library.Open Access Week 2016 [EB/OL]. [2016-12-20]. <http://subjectguides.uwaterloo.ca/openaccess/events>.
- [73] Open Access Week.Texas Tech University Libraries Open Access Week [EB/OL]. [2016-12-20]. <http://www.openaccessweek.org/events/open-access-week-closing-reception>.
- [74] 2013 中国开放获取推介周会议日程 [EB/OL]. [2016-12-20]. <http://2013chinaoaweek.csp.escience.cn/dct/page/65580>.

作者简介 涂志芳,女,北京大学信息管理系硕士研究生,刘兹恒,男,北京大学信息管理系教授,博士生导师。

(上接第 60 页)

- [10] 肖建华,李雅楠.知识生产模式变革中的科研组织智力资本结构特征[J].科技进步与对策,2014,31(3):133-137.
- [11] 许为民,崔政,张立.大科学计划与当代技术创新范式的转换[J].科学与社会,2012,2(1):90-98.
- [12] Wang J, Kleiner B H. The Evolution of R&D Management [J]. Management Research News, 2005, 28 (11/12):88-95.
- [13] 何洁,范少锋,周锋,等.我国科研组织模式发展建议[J].中国高校科技,2013(7):16-18.
- [14] 柳春,夏迪,王健.美国工程研究中心发展及模式分析[J].科技管理研究,2014(16):27-31,35.
- [15] Burley D, Savion S, Peterson M, et al. Knowledge integration through synthetic worlds [J]. Vine, 2010, 40(1): 71-82.
- [16] National Academies. C.o.S Engineering and Public Policy. Facilitating Interdisciplinary Research [M]. Washington, D.C.: National Academies Press, 2004:16.
- [17] Frank S, Paul H. The organization of interdisciplinary research: Modes, drivers and barriers [J]. International Journal of Management Reviews, 2014, 16(2):194-210.
- [18] Wolkowich E M, Regetz J, O'Connor M I. Advances in global change research require open science by individual researchers [J]. Global Change Biology, 2012, 18(7):2102-2110.
- [19] 张晓林.开放获取、开放知识、开放创新推动开放知识服务模式——30 会聚与研究图书馆范式再转变[J].现代图书情报技术,2013(2):1-10.
- [20] 任定成.公民科研:构筑民主生活与科技创新相结合的新平台[J].贵州社会科学,2008,224(8):16-18.

作者简介 曲建升(1973-)男,中国科学院兰州文献情报中心教授,研究员,博士生导师,研究方向:气候变化政策与环境管理、元分析与综合集成研究理论与方法、低碳发展与碳排放评估;卜玉敏(1993-)女,中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院大学硕士研究生;刘红照(1990-)女,中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院大学硕士研究生。