

仪器共享管理演进态势、现状热点与未来展望

——基于 CiteSpace 的科学知识图谱分析

项莹¹ 蒋巧赞¹ 胡佳彧¹ 陈宁² 何世伟²

(1. 浙江财经大学数据科学学院, 浙江杭州 310018;

2. 浙江省科技项目管理服务中心, 浙江杭州 310007)

摘要: 仪器共享管理是提升科技资源利用率的重要抓手。以中国知网收录的 2005—2022 年 499 篇仪器共享管理中文文献作为数据来源, 借助 CiteSpace 文献计量软件从时间、作者、机构、关键词等维度对我国仪器共享管理研究的研究进展与热点进行探析。研究结果表明: (1) 从时间分布上来看, 国内仪器共享管理的研究历程可分为初始萌芽、波动增长和巩固发展 3 个阶段, 年发文量呈波浪型的变化趋势; (2) 从作者、机构合作上来看, 我国仪器共享管理领域研究成果颇丰, 但合作网络较为分散; (3) 从现状热点上来看, 从管理机制、管理模式、管理系统到考核评价、信息化、协同创新, 越来越强调人才培养、服务化、物联网及面临的安全管理新问题。未来可以在科学仪器的研发技术与机制创新、技术与管理人才培养及共享平台的数字化等方面展开更深入的研究。

关键词: 仪器管理; 开放共享; 知识图谱; CiteSpace 软件; 文献计量分析

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2024.01.009

CSTR: 15994.14.issn.1674.1544.2024.01.009

中图分类号: G311; G353.1

文献标识码: A

Evolution Trend, Current Hotspots and Future Prospects of Instrument Sharing Management

—A Scientific Knowledge Map Analysis Based on CiteSpace

XIANG Ying¹, JIANG Qiaoyun¹, HU Jiayu¹, CHEN Ning², HE Shiwei²

(1. School of Data Science, Zhejiang University of Finance & Economics, Hangzhou 310018; 2. Zhejiang Science and Technology Project Management Service Center, Hangzhou 310007)

Abstract: Instrument sharing management is an important means of improving the utilization of scientific and technological resources. It uses 499 Chinese literatures on instrument sharing management in China from 2005 to 2022 collected by CNKI as the data source, and uses CiteSpace literature measurement software to analyze the research progress and hotspots of China's instrument sharing management from dimensions such as time, author, institution, and keywords. The results show that: (1) From the overall trend, the research

作者简介: 项莹 (1982—), 女, 浙江财经大学数据科学学院教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为科技创新与高技术产业发展; 蒋巧赞 (1996—), 女, 浙江财经大学数据科学学院硕士生, 研究方向为经济统计学助理研究员; 胡佳彧 (1997—), 女, 浙江财经大学数据科学学院硕士生, 研究方向为经济统计学; 陈宁 (1992—), 女, 浙江省科技项目管理服务中心助理研究员, 博士, 研究方向为科研仪器和项目服务; 何世伟 (1981—), 男, 浙江省科技项目管理服务中心正高级工程师, 博士, 硕士生导师, 研究方向为科研仪器和项目管理 (通信作者)。

基金项目: 浙江软科学重点项目“双循环背景下浙江科技创新支撑制造业高质量发展统计研究”(2023C25010); 浙江省一流学科 A 类 (浙江财经大学统计学) 项目“科技支撑浙江制造业高质量发展统计评价体系研究”。

收稿时间: 2023 年 4 月 20 日。

process of domestic instrument sharing management can be divided into three stages: germination, fluctuating development and consolidated development, and the trend of the annual number of articles published shows a wave-like change. (2) From the perspective of authorship and institutional cooperation, China has made great achievements in the field of instrument sharing management research while the cooperation network is relatively scattered. (3) Judging from the current hotspots, from the management mechanism, management model, management system to assessment, informatization, and collaborative innovation, there is an increasing emphasis on talent training, service-oriented management, IoT and new security management issues. In the future, more in-depth research can be conducted on the R&D technology and mechanism innovation of scientific instruments, the training of technical and management talents, as well as the digitization of sharing platforms.

Keywords: instrument management, sharing, knowledge map, CiteSpace, literature measurement

0 引言

科学仪器是高校、科研院所、中小企业等开展科研活动、进行科技创新的基础条件,但中小型创新主体却因其高昂的市场价格与维护费用往往望而却步。对大型创新主体来说,未能在科学仪器生命周期内发挥效益也是一种资源浪费^[1],而开放共享恰恰是切实解决科学仪器“使用难”“利用少”“效益低”等问题的有效途径^[2]。

国外对科学仪器开放共享的研究主要集中在法律法规、政策计划、平台建设等层面。在法律法规层面,日本于1986年颁布了《研究交流促进法》,规定“大学、科研所对其科研设施的对外开放与利用负有创造条件的义务”;美国于1996年颁布了《联邦采购法》,规定“非盈利的专业机构可以免费受权使用政府采购性质的科研仪器设备,非政府的盈利机构使用则需支付相应费用”,以期实现科研仪器设备的开放共享最大化。在政策计划层面,美国国家科学基金会设立大型研究仪器计划,为学术部门、科研单位以及多个组织机构提供合作共享的研究密集型学习环境,支持购买和开发有助于现有投资的仪器,同时避免重复投资已经提供的服务;英国工程和物理科学研究理事会(EPSRC)发布2022—2025年EDI行动计划,为EDI共享中心创造融资机会,与来自研究和创新部门的团队与个人共享资源。在平台建设层面,美国于2002年建立政府科学信息门户并运行至今,共享免费的科学技术

信息,旨在改善国家科学研究信息的公共基础设施和获取途径;英国南安普敦大学与非盈利机构Jisc合作开发的门户网站Equipment Data聚合了英国研究设备数据库,研究人员利用这个网站既可以开放自有科学仪器也可共享其他机构的科学仪器,提高了研究设备的可见性和利用率。

国内关于科学仪器开放共享的研究起步较晚,与发达国家存在一定的差距。在法律法规层面,2008年实施的《中华人民共和国科学技术进步法》规定“利用财政性资金设立的科学技术研究开发机构,应当建立有利于科学技术资源共享的机制”,为科研仪器共享机制的运行提供了法律依据。在政策计划层面,2014年年底发布的《关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(以下简称《意见》),明确指出3年内基本建成覆盖全面的科研设施与仪器专业化网络化管理服务体系、建立健全开放共享制度、标准和机制,成为开展仪器共享管理活动的纲领性文件。此后,《纳入国家网络管理平台的免税进口科研仪器设备开放共享管理办法(试行)》《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》相继出台,为仪器开放共享提供政策支持。科技部、财政部共同推动建设中国科技资源共享网,整合各类科技资源信息近600万条,推动了科技资源共享。

据国家科技基础条件资源调查数据显示,我国科研仪器数量不断增加,共享平台覆盖面不断拓展。截至2021年年底,仪器数量为133 549

台(套),总原值为2 046亿元,数量同比增长4.22%,原值同比增长5.14%。对高校和科研院所的科研设施与设备进行开放共享评估显示,2018年、2022年参评的科研仪器年均有效工作机时分别为1 340、1 351小时,平均对外服务机时分别为226、231小时,平均共享率由16.87%升至17.10%,2018年纳入国家网络平台统一管理的仪器比例为79%,2022年实现全部入网。但同时,仪器的使用现状也暴露出一些问题,比如平均共享率不高、专业性较强、技术人员短缺等。财政部、科技部调查显示,各地大型科学仪器共享开放存在资源分布不均、重复购置率较高、共享积极性较低、共享服务性较弱等^[3]。六成以上的高校仪器设备使用者认为操作大型科学仪器需具备高度专业性,而技术人员的短缺进一步阻碍了科学仪器使用效益的提升^[4]。学者们以各类问题为导向,从影响开放共享的因素出发,结合过去与现状分析如何构建大型科学仪器开放共享体系。但从研究成果来看,多止步于对某省市或某高校的仪器共享系统及平台现状的简单描述或单个案例分析。对仪器共享管理的演化态势、热点趋势及其推动开放共享的追踪和量化分析较为缺乏。鉴于此,本文运用文献计量法对国内有关仪器共享管理的核心作者、合作机构、研究热点及发展趋势等进行知识图谱可视化分析,为厘清我国仪器共享管理发展的历史脉络、分析未来趋势提供借鉴。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文基于中国知网(CNKI)数据库,搜索关于仪器共享管理的相关文献。初步阅读文献后拟定主题检索词,主题词检索规则为“(仪器+大型仪器+大仪)AND(共享机制+共享模式+共享平台+管理系统+全生命周期+维修基金)”。检索后发现最早的相关文献发表时间为2005年,因此将时间跨度设定在2005—2022年。选择与“仪器共享”相关的核心学术期刊,共检索出中文文献939篇。经人工文本分析,筛选得到499

篇中文文献,并将其导入CiteSpace软件。基于以上文献数据,本文从时间分布、作者合作、机构结构、关键词共现等维度对“仪器共享”进行文献计量分析。

1.2 研究方法

CiteSpace软件通过时间的推移可以追溯科学知识的演变历程,可以探索学者与机构间的合作关系,并通过网络建模和可视化手段将之呈现,帮助研究人员更快速、更精准地了解他们所感兴趣的领域并从中获益,现已被广泛应用于医学^[5]、经济学^[6]、管理学^[7]、信息科学^[8]等研究领域。在仪器共享管理领域,已有学者开始尝试应用CiteSpace进行特征分析和发展趋势研判。比如,辛良等^[9]通过CiteSpace对2001—2017年我国仪器管理的研究特征进行定量分析;魏明坤等^[10]利用CiteSpace的共现分析功能对科研仪器研究的作者合作关系进行了知识图谱分析,以揭示仪器研究领域的发展力量。本文使用CiteSpace 6.1.R5软件,对仪器共享管理领域2005—2022年CNKI数据库、北大核心、CSSCI、CSCD收录的期刊文献进行梳理,从时间、作者、机构、关键词等角度描绘仪器共享管理的演进态势,分析现状热点,并展望未来发展趋势,以期了解研究动态,为进一步深入研究提供基础。

2 文献计量分析

2.1 时间分布

首先对仪器共享管理研究进行年度发文量分析,如图1所示。2005—2022年间仪器共享管理的研究历程可以分为3个阶段,分别是初始萌芽时期(2005—2010年)、波动增长时期(2011—2019年)、巩固发展时期(2020—2022年)。

(1) 初始萌芽时期(2005—2010年)。早在2004年6月,科技部等部门联合发布《2004—2010年国家科技基础条件平台建设纲要》,从科技基础条件、共享管理制度、专业队伍3个方面对平台建设提出总体规划,以促进科技基础条件支撑体系的建设。北京、上海、沈阳等8个仪器集中的城市逐步构建起大型科学仪器协作网

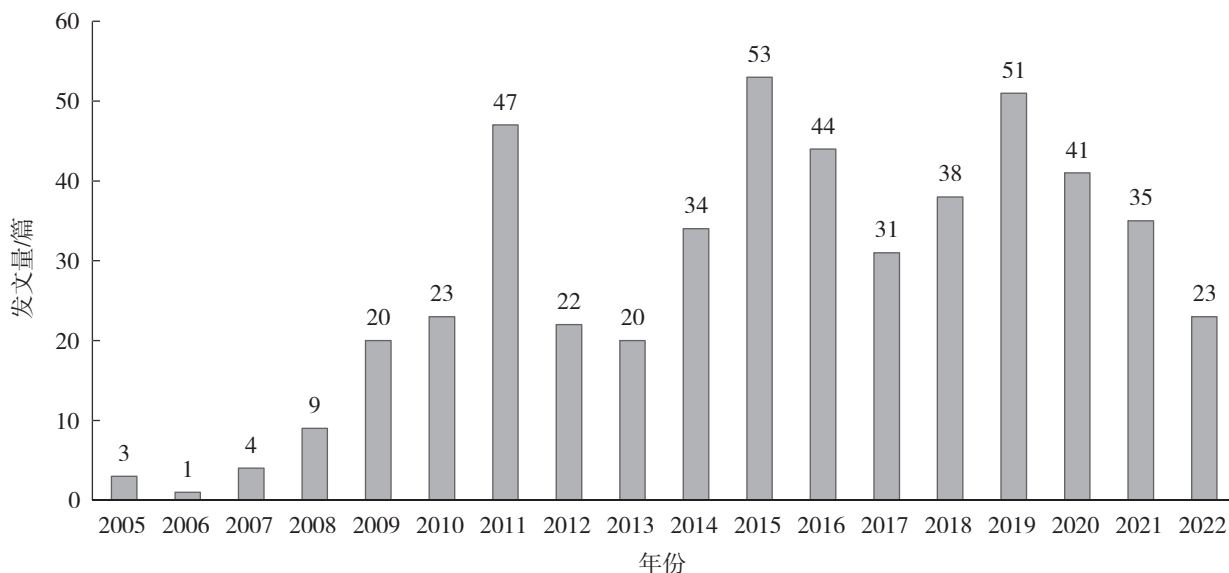


图1 2005—2022年“仪器共享”研究领域发文量

络^[11], 全国逐步开展科技基础设施的共建共享。2006年, 国务院颁布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》, 明确指出科技基础条件平台建设是增强国家竞争力的必要条件, 而有效的共享制度与机制建设是科技基础条件平台建设取得成效的关键, 国家科技基础条件平台的建设正式提上日程。

以上政策为科研仪器共享提供了宏观规范指导, 营造了各地各校科学仪器开放共享的社会氛围。浙江大学、中山大学、南开大学等高校分析了自身仪器设备共享工作中的问题, 提出了一系列仪器共享机制、共享系统建设方面的建议^[12-14]; 郑州市中小企业科技资源共享服务平台、重庆市科学仪器共享平台以各自的服务体系为例, 分析研究平台存在的问题, 并提出建设性发展思路^[15-16]。从中央到地方, 从高校到企业, 各方措施给我国仪器共享管理提供了有效指导与借鉴, 但要改变科学仪器的现状, 还需从根本上推动共享性普及, 解决仪器购置、机制建立和平台建设的问题。

(2) 波动增长时期(2011—2019年)。在此阶段, 中国先后发布了一系列举措以促进科研与创新。2012年, 国家重点实验室管理办公室正式启动重大科研仪器共享网的建设。这个平台

拥有各类重大科研仪器的详细信息, 囊括了设备类型、规格数量、所在地点等信息, 用户可在共享网在线搜索并申请使用科研仪器, 也可进行技术咨询, 推动了设备的开放与共享。2013年1月, 国务院发布了《关于强化企业技术创新主体地位 全面提升企业创新能力的意见》, 强调通过联盟开展共性技术攻关, 解决重大制造装备、关键零部件等领域制约产业升级的难题。2014年年底, 国务院进一步发布《意见》, 要求符合条件的全部向社会开放, 力图3年内基本建成专业化、网络化的仪器管理服务体系, 提高资源利用率。2017年, 财政部、科技部出台了《国家重点研发计划资金管理办法》, 指出使用中央财政资金形成的科技资源需依规开放共享, 并着眼于高端技术, 启动了千台仪器共享计划。自2018年开始实行重大技术装备研发制造企业、高新技术企业以及首台产品购置企业的税收优惠政策, 海关总署试行纳入国家网络管理平台的免税进口科研仪器设备开放共享管理办法。在这一时期, 学者们综合研究科学仪器管理的区域共享、使用效益、综合评估等问题, 以政策与问题为导向, 积极进行理论研究与系统分析。

(3) 巩固发展时期(2020—2022年)。科学仪器产业作为一个具有高保密、高端化的战略性

制造业，许多发达国家严格执行科学仪器整机及零部件的出口审批制度，近年来甚至禁止对华出口，加之COVID-19肆虐，对我国科学仪器设备的进口采购产生了诸多影响，对国内仪器开放共享提出了更高的要求。基于此，2020年3月，科技部等联合发布了《加强“从0到1”基础研究工作方案》，强调方法创新的重要性，指出要结合大科学、大数据、互联网时代科学研究的新特点，注重科研平台、手段及方法，特别是高端仪器的自主研发能力。2021年4月，科技部、国家发展改革委等印发了《长三角G60科创走廊建设方案》，以加快建设与优化“G60科创云”等科技资源共享服务平台为基本任务，以政府引导与市场运营双轮驱动为主要手段，推动重大科研基础设施、大型科研仪器、科技文献和数据等资源开放共享。在物联网、共享经济的新时代背景下，校企联动是提高科学仪器设备利用率、增强创新主体自研自创力的重要途径，共享平台的管理模式、机制优化、市场服务是当前学术界与社会各界热议的话题。

2.2 作者合作分析

本文将节点类型（Node Types）设定为作者（Author），时间切片为1年，其余参数为默认值进行作者合作结构分析。根据普赖斯定律，需发

文 m_p 篇及以上才可被称为这个领域的核心作者。计算公式为 $m_p = 0.749\sqrt{n_{p\max}}$ ，其中 $n_{p\max}$ 为研究时段内发表论文最多的作者发文量^[17]。按照公式计算得出 $m_p \approx 2.12$ 篇。因此，本文将在这个领域发文量为3篇及以上的作者视作核心作者进行分析，得到核心作者发文量为115篇，占总发文量的23.05%，低于50%，表明这个领域的研究视角较为分散，可能是因为我国仪器共享管理相关研究的时间跨度较长，详见表1。

如图2所示，在中文文献方面，作者合作结构网络中共有419个节点，产生305条连接线，网络密度为0.0035，部分作者之间的联系较为紧密，暂时形成多个聚合中心，其余的合作网络比较分散。作者王文君是这个领域的关键人物，自2015年以来共发表8篇文章，与作者刘淑云、刘洪颜合作密切。其中，作者刘淑云自2015年以来发表7篇文章，作者刘洪颜自2019年以来发表5篇文章。相比之下，作者吴珏珩、杨树国发文时间较早，发文量分别为7篇和6篇。作者邓敏、刘昕、雷敬炎形成小型聚合中心，自2014年以来3位作者共发表11篇论文。作者严薇、廖琪合作时间较早，宋秀庆、刘双双、冯建跃发文时间相对较晚，但他们的发文量都为4篇，且前4位作者周围形成了复杂的合作网络，而冯

表1 发文数量3篇及以上核心作者

作者	首篇文章发表年份	发文量/篇	作者	首篇文章发表年份	发文量/篇
王文君	2015	8	祝永卫	2019	3
吴珏珩	2009	7	王安冬	2019	3
刘淑云	2015	7	钱俊臻	2015	3
杨树国	2011	6	余建潮	2012	3
刘洪颜	2019	5	孔利利	2014	3
邓 敏	2014	5	吴 炎	2011	3
严 薇	2010	4	杨金福	2019	3
廖 琪	2010	4	吴福根	2011	3
刘双双	2020	4	刘 昕	2014	3
宋秀庆	2019	4	赵 明	2019	3
冯建跃	2014	4	何亚群	2019	3
方三华	2021	3	何 琳	2016	3
夏春阳	2005	3	雷敬炎	2014	3
袁欲彬	2005	3	付庆玖	2020	3
伍 扬	2016	3	总计		115
张继霞	2014	3			

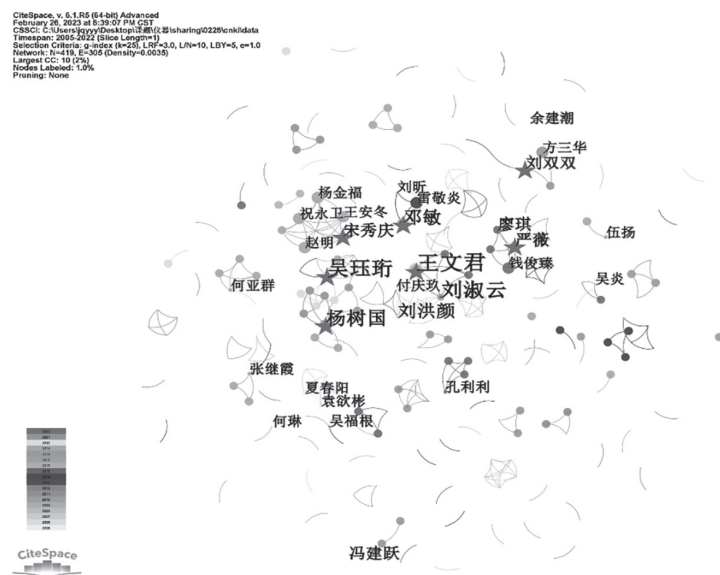


图2 研究作者合作网络

建跃与网络中其他作者的合作关系却没有那么紧密。

针对性研究后发现,作者王文君、刘淑云、刘洪颜团队较为关注高校大型仪器设备管理水平、效率与技术问题,如使用信息化管理手段构建仪器管理体系以及如何通过Web Service技术实现大型仪器共享服务系统与国家网络管理平台在数据与服务两个方面的深度融合^[18]。作者吴珏珩从实践出发,以中山大学中山医学院科研设备管理中心为例,针对仪器设备共享管理中出现的开放共享不足、使用率不高等实际问题,重点提出相应的解决方案^[19-20]。近年来,学者们开始关注科研型仪器共享平台设备和服务效益的综合评价问题以及仪器共享平台的升级优化问题,提出人性化服务和精细化管理的重要性^[21-22]。作者杨树国等比较关注如何用信息技术优化仪器设备共享平台性能的问题,以及就国内外高校的仪器共享平台进行对比研究,认为美国高校稳定人才队伍等管理的思路值得借鉴,我国高校要切实发挥集中管理的优势^[23-24]。作者邓敏、刘昕、雷敬炎团队从高校与政府双重视角进行了仪器共享机制的相关研究。从高校角度出发,以技术创新为重要抓手,研建“武汉大学大型设备共享平台”系统,为各大院校提供了一个仪器设备共享平台的典型案例^[25],并且经过调研掌握高校大型仪器

公共服务平台建设的现状,指出合规管理与责任制是平台建设重中之重^[26];从政府角度出发,对比各地政府在仪器开放共享中的做法与措施,取其精华,总结出一套行之有效的政府激励政策^[27]。作者严薇、廖琪以传统仪器设备开放共享的现状问题为导向,以提高大型仪器设备的使用效益为目的,从理论层面创新仪器管理模式和运行机制,并结合实践构建完善大型仪器设备共享服务体系,为高校教学与科研工作的顺利开展打下了坚实的基础^[28-31]。作者刘双双等着眼于高校仪器平台的管理、安全与技术问题^[32-34]。作者宋秀庆等对仪器管理的安全性管理、共享必要性、发展中问题、信息化体系等进行了研究^[35-38]。

经过上述分析可以发现,学者对仪器开放共享管理的理论进行了研究,主要涉及仪器管理模式、管理策略、共享机制、安全管理、信息技术等领域,但作者合作较为分散,紧密度不高,尚未形成密切联系的科研群体;实证研究多从高校角度出发,如清华大学、浙江大学、武汉大学等,搭建符合高校特色的仪器开放共享平台,并与国外高校进行对比研究,但却较少从企业市场角度进行探究。

2.3 机构结构分析

在中文文献方面,在机构合作结构网络中共有326个节点,产生113条连接线,网络密度

为 0.002 1, 研究机构各自为阵, 合作网络比较分散, 因此要加强机构间交流合作力度, 互相借鉴管理经验 (图 3)。如表 2 所示, 发文量排序前 4 位的机构分别为武汉大学 (11 篇)、山东大学 (9 篇)、清华大学 (8 篇)、北京工业大学 (7 篇)。其中, 清华大学实验室与设备处、北京工业大学国有资产与实验室管理处对仪器共享管理展开研究较早。武汉大学实验室与设备管理处的发文量与研究年限均位于前列, 其最新研究进展是从仪器设备资产清查的角度探讨高校仪器设备全生命周期的管理对策^[39]。北京工业大学国有资产与实

验室管理处自 2011 年发文后研究停滞, 自 2019 年起继续研究, 4 年中发文量达 5 篇, 且研究涉及高校仪器设备共享平台安全管理、运行模式、效益考核、问题对策等^[31-33, 36]。

2.4 高被引文献分析

文献的被引频次越高, 表明此文在研究领域的影响力越大^[41]。通过分析高被引文献通常可以了解学科要点与研究热点。由表 3 可见, 中文文献关于仪器共享管理的高被引文献最早发表于 2008 年, 最晚为 2015 年, 表明早期文献为后续学者的学术研究打下了丰厚基础, 提供了重要



图 3 研究机构合作网络

表 2 发文量 5 篇及以上的研究机构

机构	首篇文章发表年份	发文量/篇
武汉大学实验室与设备管理处	2013	11
山东大学资产与实验室管理部	2015	9
清华大学实验室与设备处	2010	8
北京工业大学国有资产与实验室管理处	2010	7
吉林大学实验室与设备管理处	2013	6
南开大学实验室设备处	2010	6
北京理工大学实验室与设备管理处	2011	6
中山大学中山医学院	2009	6
重庆大学实验室及设备管理处	2008	5
华侨大学实验室与设备管理处	2016	5
中山大学设备与实验室管理处	2009	5
上海交通大学实验室与设备处	2010	5

参考。从研究主题上看，被引频次排序前 10 位的文献主要集中在大型仪器管理系统的实践应用、共享平台的探索建设、高校仪器的共享管理等方面。从被引频次上看，各篇文献被引量均在 73 次及以上，被引频次最高的文献《智能实验室管理系统下的实验室开放管理》为国内仪器共享管理领域的发展作出了重要贡献。从期刊来源上看，被引频次排序前 10 位的文献中有 5 篇来自《实验技术与管理》，5 篇来自《实验室研究与探索》，在业界及学界具有广泛的学术影响力。

3 研究热点聚类分析

本文在 CiteSpace 软件中将节点类型（node types）设定为关键词（keyword）。为防止图谱过于庞大杂乱，将图谱修剪方式设定为

“Pathfinder” “Pruning sliced networks” “Pruning the merged network”。

3.1 关键词共现分析

如图 4 所示，在中文文献方面，共产生 328 个节点，404 条连接线，网络密度为 0.007 5。由此可见关于仪器共享管理的研究较为紧密，除开放共享、大型仪器、共享平台、仪器设备 4 个主要检索词之外，资源共享、物联网、平台建设、管理模式、高校是学者们研究的热点。共享平台延伸出管理、管理系统、物联网等，从表 4 可知，其中心度分别为 0.12、0.11、0.22，都大于 0.1，属于关键节点，具有重要连接作用。从图 4 可以看到，物联网位于网络相对中心位置，表明在仪器共享管理领域，物联网起到中心枢纽的作用，且年轮外圈为深色，表明近年来学者们的关

表 3 发文量 5 篇及以上研究机构

序号	第一作者	篇名	被引频次	刊名	发表年份
1	吴文华	智能实验室管理系统下的实验室开放管理	130	《实验技术与管理》	2011
2	刘嘉南	大型仪器设备开放共享的研究与探索	98	《实验室研究与探索》	2009
3	阮 慧	大型仪器共享管理的实践与探索	86	《实验技术与管理》	2010
4	吴文华	智能管理系统在高校实验室管理中的应用	85	《实验室研究与探索》	2014
5	梁 宏	大型仪器设备共享平台建设实践	79	《实验技术与管理》	2015
6	刘丽琴	大型仪器共享管理的研究与实践	78	《实验技术与管理》	2011
7	项晓慧	高校大型仪器共享管理系统建设的探讨与实践	75	《实验技术与管理》	2011
8	毕卫民	学习国外先进经验 推进高校大型仪器共享平台建设	74	《实验室研究与探索》	2011
9	毕卫民	构建多元化共享服务体系 提高大型仪器设备使用效益	74	《实验室研究与探索》	2010
10	胡 芳	论高校大型精密仪器设备共享平台的建设	73	《实验室研究与探索》	2008

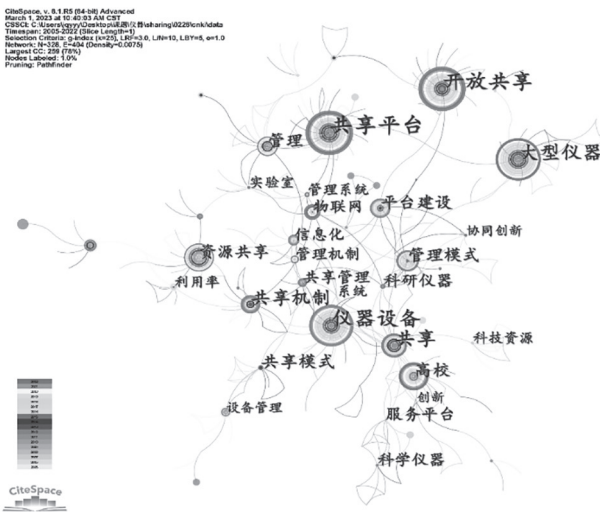


图 4 关键词共现网络

表 4 中文文献关键词中心度与频次

关键词	中心度	频次	初始出现年份	关键词	中心度	频次	初始出现年份
共享	0.36	27	2007	大型仪器	0.16	85	2007
仪器设备	0.32	42	2006	创新理念	0.14	1	2013
共享平台	0.31	71	2005	平台建设	0.14	25	2007
管理模式	0.29	17	2011	管理	0.12	15	2008
共享机制	0.23	17	2008	管理系统	0.11	6	2010
物联网	0.22	12	2013	信息化	0.1	13	2011
开放共享	0.21	112	2009	实验教学	0.1	4	2011
科研仪器	0.17	8	2010	资源共享	0.1	38	2007
管理机制	0.17	6	2008	高校	0.1	31	2008
共享模式	0.16	10	2007				

注度较高。围绕物联网，学者们较为关注平台建设、信息化、管理机制、共享管理、资源共享和利用率，并通过共享管理与共享机制、仪器设备相连。在图 4 中，这些关键词的节点大多都带有深色外环，表明具有较高的中心度。平台建设和管理模式的协同创新也经常被共同研究。由共享延伸至高校、服务平台，发现通常与创新、科学仪器一起被研究，创新的节点虽然较小，但它是连接两个领域的关键。

从上述分析可以发现，学术界已关注到共享性在仪器管理中的重要作用，特别是借助物联网搭建科研仪器的共享平台，多涉及实验室、高校层面。与管理相关的研究通常集中在管理机制、管理模式、管理系统，与共享相关的研究通常集中在共享机制、共享模式、共享平台。学者们对效益、绩效的研究早有涉及，但近年来的关注度较低，主要还是着眼于管理模式、共享机制、创新型、信息化等领域。

图 5 展示了前 20 个突现度较高的中文文献关键词。自 2007 年起，学者们开始关注要素禀赋与管理机制两方面的共享问题，如资源共享、共享管理、设备管理及使用效益等。其中，资源共享的突现度较高，达到 8.02。而后对校级平台、科学仪器、运行机制展开研究，对运行机制的研究持续了较长一段时间。互联网技术在推动制造业发展的同时也带动了其他领域的技术创新。信息系统、“互联网+”逐渐进入学者们的视野，将其应用于仪器管理的平台建设、管理、开

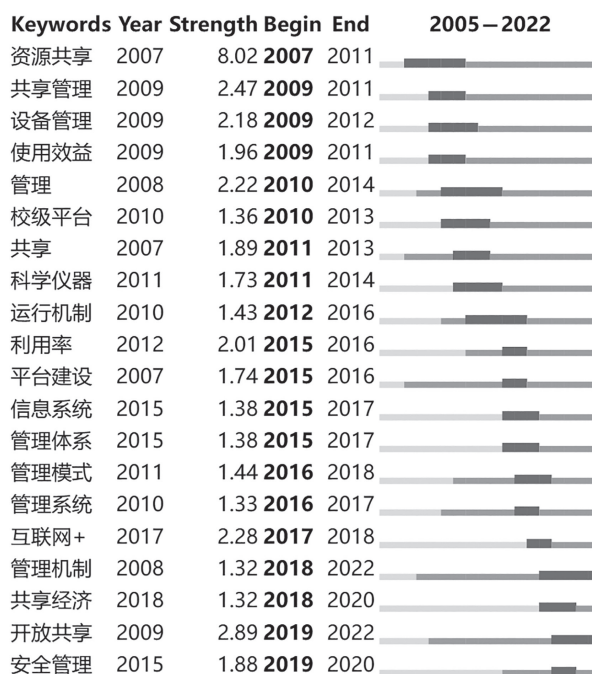


图 5 关键词突现图

放共享领域。其中“互联网+”、开放共享的突现度较高，分别为 2.28 和 2.89，是学者们研究热点。近年来，高校实验室安全问题频发，学术界在探讨仪器共享经济问题的同时，开始将安全管理纳入研究范围。可见，学者们对仪器共享管理的研究内容与时俱进、研究层次愈加丰富，这与共现图传达的信息相一致，表明关于仪器共享管理的研究已逐渐趋于细化。

3.2 关键词聚类分析

在中文文献方面，在共现图基础上进行关键词聚类，采用 LLR 算法提取聚类标签，其余为默

省率先开展了共享平台的建设方案研究,为各大高等院校对仪器管理的资源配置与共享机制奠定基础。在2012—2013年间中文文献较为关注共享平台的优势互补,且多集中在院校两级。在2014—2018年间中文文献逐渐将视野从共享平台的效益考核、机制体系建设转向安全管理、共享水平研究。自2019年起,开放管理、布局调整、服务成为研究的热点,并且逐渐向一流学科倾斜,可见平台共享性、服务化逐渐增强。

在平台建设(图7c)中,研究内容主要涉及管理与创新。早期注重管理机制、管理模式的研究,随着深入挖掘,创新理念、协同创新进入学者们的视野。自2016年以来,逐渐对平台的各模块功能进行针对性研究,如仪器预约、性能优化、性能测试、考核评价等。值得注意的是,医学领域的科研仪器平台研究始终受到较多的关注,需要迫切优化医学科研仪器开放共享管理。

在开放共享(图7d)中,创新贯穿始终,从机制创新到创新能力均是学者们关注的重点。此外人才培养也是着眼点,主要包括队伍建设、学生培养、教学理念、协同育人,且近年来以大学生为主,试图建立仪器开放共享的多元模式。自2021年起,服务效率、服务质量等方面的研究成为热点。

上述研究发现,不同时期的研究热点有所差异,早期研究主要集中在理论层面的机制研究,包括管理机制、管理模式、管理系统等,但随着共享程度的逐渐深入,学者们近期研究更关注仪器共享管理领域的创新、人才培养、安全管理、服务化,以及物联网在仪器共享平台建设中的重要作用。研究视角多从高校出发,但校际对比研究较匮乏,市场参与程度弱,医学领域应用较欠缺。

4 结论与展望

4.1 研究结论

第一,国内关于仪器共享管理的研究,年文献发表量呈波浪型的变化趋势。其中,2015年开始年发文量整体抬升,这与2014年国务院发布

的《意见》有较大关联。为落实《意见》,2017年科技部等制定《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》,明确了管理部门的职责与开放共享、考核奖惩相关条例,为各部门及地方制定或修订相关管理规定和实施细则提供参照。2020年,仪器共享管理研究步入巩固发展阶段,相关研究开始以仪器共享管理为中心,向关联方向扩散,研究层次愈加丰富,呈细致化发展态势。

第二,在关于仪器共享管理的研究现状上,发现学界关于仪器开放共享管理的理论研究较为成熟,但作者间合作较为分散,紧密度不高,尚未形成密切联系的科研群体。从实证研究视角来看,多从高校出发,较少从企业市场角度进行探究。从研究主体来看,多为各大高校实验设备管理机构,但各机构间合作网络同样比较分散。从研究主题来看,被引频次排序前10位的文献主要集中在大型仪器管理系统的实践应用、共享平台的探索建设、高校仪器的共享管理等方面。

第三,在关于仪器共享管理的关键词演进态势上,学者们的关注热点从管理机制、管理模式、管理系统到考核评价、信息化、协同创新,越来越强调人才培养、服务化、物联网、安全管理,而非单纯的共享管理理论研究,通常结合共享平台的现状与问题进行案例分析,用理论指导实践、实践反哺理论的方式促进科学仪器设备的开放共享。科学仪器设备的共享范围从科研院所、高等院校逐步扩大至社会公众,共享平台建设以政府、院校为主导,共享平台使用逐渐转向市场服务型,研究方向呈多样化,研究层次呈细致化。

4.2 未来展望

第一,创新是仪器管理开放共享的内在动力。习近平总书记在2021年两院院士大会、中国科协第十次全国代表大会上指出,要坚持以问题为导向,全力攻坚科学仪器设备的关键核心技术。我国科学仪器设备的进口依赖度较高,提升自主创新能力,掌握高精尖设备研发技术,增加仪器设备体量,扩大国内生产供给,可从根本上

解决企业个人“使用难”等问题。此外,不仅要重视研发创新,还要注重机制创新。科学仪器管理工作艰苦卓绝,要在管理机制、运行机制、共享机制及评价机制的创新上积极探索,通过引入市场创新机制、建立考核激励制度、搭建共用协作网络,优化共享生态体系。有效的管理措施可减轻仪器供给单位的管理压力,也可解决科技资源浪费、滥用等问题,提升共享效率。

第二,人才培养是仪器管理开放共享的重要合力。创新发展与平台建设对人才素养提出了更高的要求,技术人员与管理人员的业务水平将直接影响科学仪器设备的使用效益。在引进国际顶尖人才的同时加强专业人才培养,建立仪器研制与管理的人才培训机制,鼓励院校开设仪器研制与管理相关课程,构建专业人才培养体系,建立专家智库。提倡国内企业、高等院校、科研机构等开展各类科学仪器相关技术与管理经验的培训交流会议,形成“产学研”的传帮带体系,鼓励科研团队之间开展合作项目,建立协调机制。同时,制定海外学习计划,包括赴海外交流学习、参加海外学术会议、诚邀海外专家莅临指导等。开展实验室安全文化培训也是提升技术与管理人员专业素养的一部分,让仪器使用人员逐步了解安全管理的必要性,为科学仪器开放共享营造安全的氛围。

第三,数字服务是仪器管理开放共享的未来着力点。2021年10月18日,习近平总书记在主持第十九届中共中央政治局第三十四次集体学习中强调数字技术、数字经济是先机,是竞争重点,要抓住先机,抢占未来发展制高点。随着智能化时代的到来,大数据、物联网、人工智能等信息技术将在促进科学仪器产业发展上发挥重要作用。目前,科学仪器开放共享进程处于信息化管理阶段,尚未实现完全数字化管理。与政策宣讲、实地调研等传统方式不同,急需综合利用智能技术搭建一个供需对接、使用评价、开发改进三位一体的科学仪器公共服务平台,鼓励企业和社会力量参与共建共享,实现集约化管理、提供数字化服务,有利于提高信息透明度、增强全国

联通性。科学仪器公共服务平台的数字化服务既可降低用户间的信息成本又可实现仪器运行的动态监管,切实提升科技资源利用率,助力科学仪器开放共享、科技创新成果产出。

参考文献

- [1] 冯建跃. 高校大型仪器开放共享体系的建设与思考[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(10): 133-136.
- [2] 余建潮, 叶秉良, 汪进前, 等. 互联网+科技创新资源整合与共享机制研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 34-36.
- [3] 宋立荣, 刘春晓, 张薇. 我国大型科学仪器资源开放共享建设中问题及对策思考[J]. 情报杂志, 2014, 33(11): 1-6, 13.
- [4] 吴智丹, 马洪雨. 校院两级大型仪器设备开放共享体系建设与实践[J]. 科学管理研究, 2023, 41(2): 51-56.
- [5] LIAO H, TANG M, LUO L, et al. A bibliometric analysis and visualization of medical big data research[J]. Sustainability, 2018, 10(1): 166.
- [6] MAIA S C, DE BENEDICTO G C, DO PRADO J W, et al. Mapping the literature on credit unions: a bibliometric investigation grounded in Scopus and Web of Science[J]. Scientometrics, 2019, 120: 929-960.
- [7] YE N, KUEH T B, HOU L, et al. A bibliometric analysis of corporate social responsibility in sustainable development[J]. Journal of cleaner production, 2020, 272: 122679.
- [8] YU D, XU Z, PEDRYCZ W, et al. Information sciences 1968-2016: a retrospective analysis with text mining and bibliometric[J]. Information sciences, 2017, 418: 619-634.
- [9] 辛良, 张凯, 赵红侠. 高校大型仪器管理研究的文献计量与知识图谱分析[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(1): 19-26.
- [10] 魏明坤, 袁伟. 基于文献计量的我国科研仪器研究知识结构分析[J]. 科技管理研究, 2022, 42(21): 139-145.
- [11] 魏淑艳. 我国科技资源共享的有效路径探究[J]. 科学管理研究, 2005(3): 32-35.
- [12] 胡宁, 孙世媛, 张锐. 大型仪器平台建设与管理的实践[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(10): 16-18.
- [13] 阮慧, 李五一. 大型仪器共享管理的实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(9): 6-8.
- [14] 陈敬德, 温光浩, 周海涛. 贵重仪器设备共享激励

- 机制的系统构建与实践[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(10): 12-15.
- [15] 尹明理. 面向中小企业的区域性科技资源共享服务平台建设研究: 以郑州市科技资源共享平台建设为例[J]. 情报理论与实践, 2010, 33(9): 66-68.
- [16] 梁伟, 唐守渊, 冯驰. 重庆市大型科学仪器资源共享平台建设[J]. 中国科技资源导刊, 2010, 42(1): 17-21.
- [17] 丁学东. 文献计量学基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993: 220-238.
- [18] 刘淑云, 胡美琴, 王文君, 等. 大型仪器共享系统与国家网络平台的对接与应用[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(2): 296-299.
- [19] 段妍, 陈省平, 吴珏珩, 等. RFID技术在贵重仪器共享管理中的应用与思考[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(8): 319-321.
- [20] 吴珏珩, 张选红, 蓝秀健, 等. 基于RFID的贵重仪器共享管理系统的功能与实现[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(11): 300-303.
- [21] 李娟, 蓝秀健, 张选红, 等. 高校仪器共享服务的人文化管理模式探讨与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(10): 274-276.
- [22] 关苑君, 容婵, 梁翠莎, 等. 科研型仪器平台共享服务评价框架要素与构建[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(6): 268-272.
- [23] 黄开胜, 杨树国, 江永亨, 等. 清华大学与美国著名高校仪器共享平台的调研比较[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(9): 319-323.
- [24] 黄开胜, 江永亨, 杨树国, 等. 科研条件平台规划与运行模式研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(1): 1-7.
- [25] 邓敏, 雷敬炎. 高校大型设备开放共享平台建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(10): 294-298.
- [26] 邓敏, 刘昕. 高校大型设备公共服务平台建设探究[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(5): 280-284.
- [27] 邓敏, 雷敬炎. 地方政府促进高校仪器设备开放共享的主要做法和对策[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(4): 264-267.
- [28] 廖琪, 钱俊臻, 严薇. 高校大型仪器设备开放共享工作研究[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(6): 8-10.
- [29] 廖琪, 钱俊臻, 严薇, 等. 大型仪器设备管理体系研究与探索[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(5): 263-266.
- [30] 严薇, 柴毅, 廖琪. 构建高效运行的大型仪器设备共享服务体系[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(10): 4-7.
- [31] 王翊, 严薇, 廖琪, 等. 基于全周期的大型仪器设备管理系统关键技术研究[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(5): 12-15.
- [32] 宋兴辉, 刘双双, 黄莹莹, 等. 高校大型仪器共享平台人才培养模式路径探析: 基于浙江大学医学院公共技术平台的实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(4): 232-235.
- [33] 尹伟, 肖桂凤, 刘双双, 等. 构建一流公共仪器平台的关键与对策[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(6): 273-276.
- [34] 刘双双, 方三华, 尹伟, 等. 高校大型仪器平台安全管理策略探讨[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(4): 281-284.
- [35] 郑建彬, 赵明, 宋秀庆. 高校大型仪器设备综合效益考核体系建设探索[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(2): 263-266.
- [36] 赵明, 王安冬, 祝永卫, 等. 高校大型仪器开放共享平台的安全管理研究[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(4): 282-285.
- [37] 赵明, 宋秀庆, 祝永卫, 等. 高校大型仪器设备开放共享多元模式运行机制研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(1): 12-15.
- [38] 赵明, 初旭新, 祝永卫, 等. 地方高校大型仪器共享平台建设的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(1): 256-259.
- [39] 龚彦华, 胡颖, 雷敬炎. 从仪器设备资产清查探讨高校仪器设备全周期管理[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(1): 286-289.
- [40] 郑建彬, 赵明, 宋秀庆, 等. 高校大型仪器共享平台建设运行中的问题分析与对策研究[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(2): 255-258.
- [41] CARTES-VELÁSQUEZ R, MANTEROLA DEL-GADO C. Bibliometric analysis of articles published in ISI dental journals, 2007-2011[J]. Scientometrics, 2014, 98: 2223-2233.