

引用格式: 王佳佳, 王峰, 刘丽. 基于文献计量分析的矿产资源安全研究综述[J]. 资源科学, 2023, 45(4): 683-693. [Wang J J, Wang F, Liu L. A review of mineral resource security research based on bibliometric analysis[J]. Resources Science, 2023, 45(4): 683-693.] DOI: 10.18402/resci.2023.04.01

基于文献计量分析的矿产资源安全研究综述

王佳佳, 王峰, 刘丽

(自然资源部咨询研究中心, 北京 100035)

摘要:【目的】矿产资源是国民经济发展的基础,是国家政治、军事安全的重要保障,现今矿产资源安全问题日益凸显,系统梳理矿产资源安全领域的研究具有重要意义。【方法】以CNKI、CSSCI和Web of Science数据库收录的国内学者发表的矿产资源安全领域研究论文为样本,采用文献计量法、内容分析法与文献归纳法,利用Citespace等可视化分析软件,深入探讨国内矿产资源安全研究的现状、演进和热点。【结果】现阶段矿产资源安全领域的研究内容多元,主题丰富;发文趋势呈倒“U”形态势;研究进程历经起步期、快速发展期与转型发展期;研究热点包括矿产资源勘查开发、矿产资源产业链供应链安全、矿产资源战略与国外矿产资源安全研究等。【结论】矿产资源全产业链可持续供应、风险评估、战略格局构建、高效循环利用等方面可能成为今后矿产资源安全领域的研究热点与难点;同时,应加强矿产资源勘查开发与利用、矿产资源安全战略、矿产资源效益与生态环境协调机制等方面的研究,为进一步完善矿产资源安全体系提供理论遵循。

关键词: 矿产资源安全;研究热点;文献计量法;可视化知识图谱;中国

DOI: 10.18402/resci.2023.04.01

1 引言

随着经济全球化的兴起,矿产资源在国家军事安全、新兴产业领域中的地位日益凸显。但近年来,全球地缘政治动荡多变,矿产资源安全问题面临着复杂的风险与不确定性,矿产资源耗竭、环境恶化、安全事故频发等问题日趋严重,对国家矿产资源安全提出了极大的挑战。而矿产资源是建设生态文明的重要物质基础,中国高度重视能源和战略性矿产资源安全,习近平总书记多次对加强能源资源安全保障作出重要指示批示^[1]。因此,不管是从矿产资源本身,还是从军事、政治、经济、环境角度出发,都需要深入研究矿产资源安全问题。归纳总结矿产资源安全领域的研究热点,探索未来研究趋势,具有重要的理论和现实意义。基于此,本文系统梳理了矿产资源安全领域研究的发文量变化原因、研究热点的变化趋势与主题等,以期完善

矿产资源安全领域研究提供参考与建议。

2 研究方法数据来源

本文研究方法为文献计量法、内容分析法与文献归纳法;分析软件为Citespace、UCINET、SATI等。文献数据来源为中国知网数据库(CNKI)、中文社会科学引文索引数据库(CSSCI),考虑到国内学者除了发表中文文献外,还有一定的外文文献,检索了Web of Science数据库核心合集。其中,CNKI采用的检索策略为:题名=(矿产资源+关键矿产+战略性矿产)AND主题=(战略+安全+储备+产业+供应+资源+保障+供给+风险+底线+预警),时间检索限定截至2023年1月5日,共检索到相关期刊文章1782篇,学位论文343篇。通过对初次检索结果精炼、清洗、汇总后,最终获得有效文献记录2077条,包括期刊论文1734篇,学位论文343篇;CSSCI检索策略为:主题=矿产资源安全,共检索到相关文献26

收稿日期: 2022-11-25 修订日期: 2023-02-01

基金项目: 自然资源部部门预算项目(121103000000180021;121103000000190011)。

作者简介: 王佳佳,女,山西应县人,助理研究员,主要从事自然资源管理相关研究。E-mail: 937857993@qq.com

通讯作者: 刘丽,女,河南濮阳人,研究员,主要从事自然资源管理相关研究。E-mail: 92770533@qq.com

篇; Web of Science 检索策略为: 主题=“mineral resource” AND “security”, 国家地区选“China”, 文章类型为“article”, 共检索相关文献30篇。由于CSSCI与Web of Science的文献相对较少, 研究方法主要以内容分析与文献归纳为主。

3 矿产资源安全研究现状概述

3.1 发文量及趋势分析

论文发表数量是衡量某领域学术发展水平和科研成果重要指标。利用CNKI检索可知, 矿产资源安全研究可追溯至1980年, 图1描绘了1980—2022年中国矿产资源安全研究的年度发文变化趋势, 其总体上大致呈倒“U”型。

从时间分布看, 1980—1999年, 发文量平缓且较低, 年发文量不足10篇, 是矿产资源安全研究的初步探索。2000年开始文献数量迅猛增多, 2000年与1999年相比增幅达到221%; 之后发文量持续增长, 到2011年达到峰值, 相较于2000年增幅达到204%。因此, 2000—2011年是矿产资源安全研究的快速发展期, 表明随着经济迅速发展, 资源紧缺、资源竞争加剧等问题更加明显, 研究者对矿产资源安全问题的关注也随之增加。其间, 中国首次把“走出去”战略上升到“关系中国发展全局和前途的重大战略之举”的高度(2000年), 实施西部大开发战略(2000年)等, 以上战略举措均推动了矿产资源安全研究。在国际矿业大环境持续向好、地勘行业各类重大改革措施落地和地质工作资金投入增加的背景下, 矿产资源安全研究迎来“黄金十年”。

2012年后, 矿产资源安全研究年发文量开始波动, 研究热度降低, 这可能是由于: 虽然中国实施“找矿突破战略行动”(2011—2020年)等, 但全球金融危机影响了中国矿业发展, 国内矿产勘查投资也经历了前所未有的持续萎缩态势, 矿业整体进入低潮期, 有关矿产资源安全的研究文献整体呈下降趋势。同时, 对比地质工作资金投入趋势与矿产资源安全研究发文变化趋势(图1)发现: 地质工作资金投入趋势与研究发文趋势高度重合, 说明地质工作资金投入量在一定程度上可以影响发文数量, 矿业发展态势间接影响着矿产资源安全研究热度。

3.2 作者、机构与期刊分析

作者共现分析反映了研究领域核心作者及

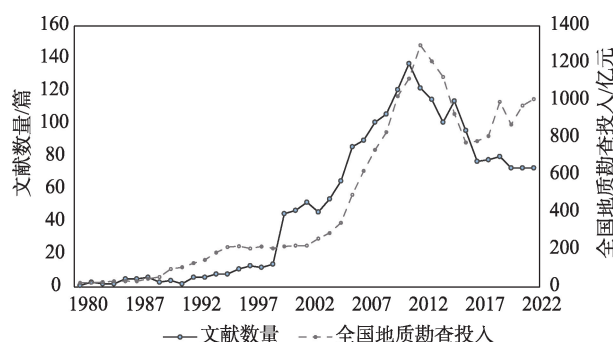


图1 1980—2022年矿产资源安全研究文献与全国地质勘查投入的时间分布

Figure 1 Temporal distribution of publications on mineral resource security and national geological exploration investment, 1980-2022

其合作强度。根据作者共现图谱(图2)可知, 居于前列的作者有陈其慎、成金华、王安建、王高尚、张艳飞、陈甲斌等, 为该领域相关研究奠定了重要基础; 矿产资源安全研究主要有7个作者合著群体; 图谱网络节点数为804, 连线数为370, 网络密度为0.0011, 网络密度值较低, 说明了在矿产资源安全领域研究学者多为独立研究, 研究机构间的合作度较低。

在发文机构方面(表1), 在矿产资源安全研究领域处于核心地位的机构有: 自然资源部及下属事业单位与研究机构, 包括中国自然资源经济研究院(原名为中国国土资源经济研究院)、中国地质科学院矿产资源研究所、中国地质调查局发展研究中心、自然资源部信息中心(原名为国土资源部信息中心)等; 相关高校与科研机构, 如中国地质大学(武汉)、中国地质大学(北京)、中国科学院地理科学与资源研究所等。在载文期刊方面(表1), 发文量排名第一的期刊为《中国矿业》, 以141篇位居榜首, 主办单位为中国矿业联合会; 《中国国土资源经济》以94篇排名第二, 主办单位为中国自然资源经济研究院、自然资源部信息中心; 其他排名前10的期刊发文量在22~43篇之间, 距前两名还有较大距离。

4 矿产资源安全研究演进阶段划分

根据发文量及趋势分析, 矿产资源安全领域研究可分为3个阶段, 利用Citespace可视化研究热点, 分析各阶段研究演进趋势。

4.1 研究起步期(1980—1999年)

1980—1999年是矿产资源安全研究的初步探

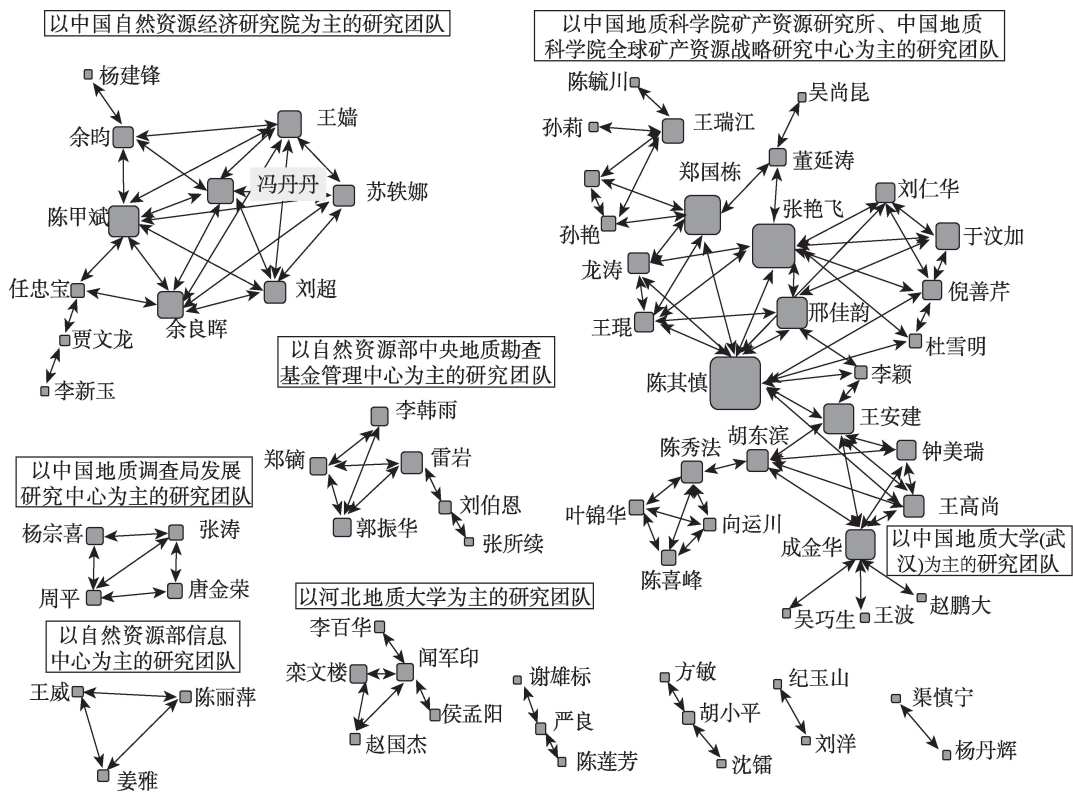


图2 作者共现图谱

Figure 2 Author co-occurrence network

表1 矿产资源安全领域研究载文期刊与发文机构统计

Table 1 Statistics of published journals and published institutions of mineral resources security research					
排名	发文机构	发文数量	排名	载文期刊	发文数量
1	中国地质大学(武汉)	168	1	中国矿业	141
2	中国地质大学(北京)	155	2	中国国土资源经济	94
3	中国自然资源经济研究院	127	3	世界有色金属	43
4	中国地质科学院矿产资源研究所	62	4	国土资源情报	40
5	中国地质调查局发展研究中心	37	5	国土资源	34
6	中南大学	32	6	资源与产业	29
7	河北地质大学	32	7	矿产保护与利用	26
8	自然资源部信息中心	20	8	西部资源	25
9	吉林大学	20	9	现代矿业	24
10	中国科学院地理科学与资源研究所	20	10	中国地质	22

索,发文量较低。这一阶段的高频关键词(图3)包括:矿产资源(49次,中心度1.04)、矿产品(14次,中心度0.38)、发展战略(9次,中心度0.11)、开发战略(5次,中心度0.02)、开发利用(5次,中心度0.09)等,这反映出国内学者对矿产资源安全的讨论最早聚焦于资源开发与发展战略,主要分析了中国矿产资源的

地域分布、勘查开发特点、存在问题、消费生产现状、供需形势、战略储备与远景保障等方面,进而提出21世纪前后中国矿产资源可持续发展的战略方针、方案对策、实质目标、相关产业布局构想等建议^[2-4]。

4.2 快速发展期(2000—2011年)

这一阶段的高频关键词剧增,词间关系更为复杂,矿产资源安全研究进入快速发展阶段(图4)。

2023年4月

研究也相对较多,包括:对铁资源贸易网络韧性的研究^[12];对稀土等特定矿种的研究,如分析全球稀土矿产资源形势、资源分布与开发现状^[13],总结中国稀土资源开发现状与存在问题^[14],构建中国稀土资源安全评估与预警指标体系,预测短期内的市场风险^[15],并提出了加强勘探力度、强化全球矿产资源布局^[16]等可持续发展的战略建议;也有一部分学者立足国内,分析总结美国、日本等国家的矿产资源战略政策、布局形势、风险防控等现状与动态。

5 矿产资源安全研究热点主题讨论

利用SATI与Excel软件,统计1980—2022年矿产资源安全领域的文献关键词频次,通过数据清洗、整理归纳,得到排名前30位的高频关键词,如表2所示。这些高频关键词是矿产资源安全领域的专业术语,在一定程度上反映了当前该领域的研究热点。

基于关键词词频统计,结合共词网络图谱(图3-5)与Citespace聚类分析,总结现阶段中国矿产资源安全研究的热点主题,具体聚焦在矿产资源勘查开发、矿产资源产业链供应链安全、矿产资源战略与国际矿产资源安全4个方面。

5.1 矿产资源勘查开发相关研究

矿产资源开发利用研究主题所包含的高频关键词(频次)主要有:矿产资源开发利用(255)、可持续发展(120)、矿业发展(18)等,反映出国内矿产资源安全领域的研究热点集中在矿产资源开发利用与可持续发展等方面。主要包括:在生态文明建设背景下,关于矿产资源开发与生态环境可持续发展

的研究也逐步增多^[17],如采用PSR等模型评估得出国内矿区生态安全总体呈上升趋势^[18];从矿产资源安全角度审视中国产业结构调整与区域绿色发展,提出产业结构的动态效应促进了绿色发展^[19];矿产资源开发行业作为高能耗高排放产业,矿产资源战略布局优化和合理开发利用尤为重要^[11]。为了正确处理中国矿产资源开发利用存在的环境污染等问题^[20],中国政府相继出台了一系列政策,如《矿山地质环境保护规定》《矿产资源节约与综合利用专项资金管理办法》等^[21],主要措施有推进绿色矿业建设、加大矿山环境保护工作力度、提高矿产资源开发环境准入门槛、规范矿山环境治理和严格审查环境保护治理修复方案等^[22]。

矿产资源勘查研究主题所包含的高频关键词(频次)主要有:矿产资源勘查(55)、勘查开发(31)、找矿突破战略行动(28)、有色金属(20)、风险勘查(17)、采矿权(17)、“走出去”战略(10)等,研究热点主要包括有色金属地质勘查开发、勘查开发的技术创新、储采比、风险勘查等方面,主要分析了各类矿山矿产资源勘查开发特点,提出了基于可持续利用的矿产资源勘查开发战略思考等^[23,24];结合中国各地区的矿产资源勘查开发现状,探讨地方在矿产资源行业发展中存在的问题、矿产资源规划和发展的的工作路径,提出优化矿业结构、战略矿产储备等建议^[25,26]。现阶段,中国矿产资源勘查形势较为严峻,面临着大宗矿产品生产供应跟不上实际消费增长的速度,采矿业固定资产投资震荡下行,近10年国内矿产勘查投入持续下降等问题。

表2 高频关键词统计

Table 2 Statistics of high-frequency keywords

排名	关键词	词频	排名	关键词	词频	排名	关键词	词频
1	矿产资源	846	11	矿产资源储备	47	21	风险	19
2	矿产资源开发利用	255	12	关键矿产	38	22	金属矿产资源	18
3	可持续发展	120	13	循环经济	37	23	指标体系	18
4	矿产资源战略	106	14	勘查开发	31	24	矿产资源型企业	18
5	对策建议	81	15	矿业权	29	25	矿产资源管理	18
6	矿产资源安全	67	16	找矿突破战略行动	28	26	矿业发展	18
7	矿产品	55	17	矿产资源规划	27	27	新疆	17
8	矿产资源勘查	55	18	中国	21	28	矿产资源规划	17
9	矿产资源产业	54	19	内蒙古	21	29	风险勘查	17
10	战略性矿产资源	51	20	有色金属	20	30	采矿权	16

5.2 矿产资源产业链供应链安全的相关研究

作为2019年开始的新兴研究热点,矿产资源产业链供应链安全研究主题所包含的高频关键词(频次)主要有:矿产资源安全(67)、风险(19)、产业链(15)、供应风险(11)。目前,中国面临着资源需求强劲,但国内资源供给严重不足,2/3以上的战略性矿产资源储量在全球处于劣势,短缺矿产对外依存度高等问题。加之中国境外资源供应的风险冲击,导致中国矿产资源安全形势严峻,供应链体系脆弱。通过对文献[27-34]的综合分析得出,矿产资源产业链供应链安全的研究主要集中在以下方面:

(1)现阶段中国矿产资源供应存在着较大的风险。主要包括:①境外资源供应的不确定性风险,如全球资源问题政治化、境外资源获取受资源输出国政局动荡和矿业政策多变(资源输出国纷纷收紧矿业政策、境外办矿标准提升)等影响。②境外资源供应的经济风险,如主要矿产品价格金融化、新能源矿产品需求快速增加引发市场供需失衡等。③随着大国博弈加剧,美国霸权主义对中国矿产资源投资与进口的战略压制;以及新冠肺炎疫情肆虐全球等突发事件的各类衍生风险叠加。

(2)保障矿产资源供应安全的对策建议。主要包括:将“矿产资源安全”上升到国家战略层面,加强顶层设计,推动法治保障,完善战略矿产资源安全的政策制度体系;根据供需形势,分类施策,提高战略性矿产资源的国内和国外供应安全能力。①在国内方面,一是提升中国矿产资源监测监管预警机制,完善供应链风险评估治理体系,动态更新战略性矿产目录清单;二是加强国内勘探,对于紧缺性矿产资源要加强地质找矿工作,推进勘查力度,优化勘查矿种结构调整和布局,增强守住资源安全底线的能力。对于稀土等优势矿产资源,要合理调控年度开采量、出口量,确保优势矿产的可持续利用,进一步提高国内矿产资源增储上产能力;三是优化矿产资源审批流程,利用减税与财政投资等措施鼓励社会资本勘查开发,激活国内矿产产业发展;四是加大对中资企业参与境外优质资源勘查开发的投融资、外汇等支持力度,培育具有国际竞争力的大型跨国矿业集团,全面保障中国矿产资源安全及其全产业链的安全可靠;五是强化科技创新支

撑,提升矿产资源的高效、节约集约利用,破解矿产资源关键核心技术难题,提高中国矿产资源产业链相关技术水平,提高行业勘查开采、科学储备、高效加工、循环利用、绿色发展等方面的水平,实现战略性矿产资源的全领域综合利用。②在国际方面,布局全球,来源多元化,加强国际合作,增强全球资源配置的控制力。优先保障国内需求,深度参与战略性矿产资源国际合作,加强海外投资、自主开发和持续供应,扩大进口来源国数量,减少对部分国家进口资源的过度依赖,均衡各国的市场份额,多渠道保障中国战略矿产资源供应安全。

5.3 矿产资源战略相关研究

这一研究主题所包含的高频关键词(频次)主要有:矿产资源战略(46)、战略(37)、发展战略(23)、矿产资源储备(23)、战略储备(23)、对策建议(18)、可持续发展战略(11)等。20世纪80年代起,中国学术界对于矿产资源安全的讨论主要聚焦于矿产资源基础开发与发展战略研究;进入21世纪后,因中国实施“走出去”战略、西部大开发战略等政策措施,研究矿产资源战略的文献数量明显增加,可持续发展、战略储备与对策建议成为矿产资源战略研究的主导方向。现阶段,矿产资源战略研究主要集中在以下两个方面:

(1)矿产资源管理制度的研究。目前,中国将矿产资源管理上升到符合生态文明建设和可持续发展的战略高度,提出了推动能源革命的新能源安全观、深化矿产资源管理改革的各类举措、推进矿业转型升级的绿色矿业、提高资源节约利用与环境保护、整合矿产资源布局等国家层面的调控政策^[35]。在“双碳”背景下,战略性矿产的战略意义凸显,对优化矿产资源产业结构、矿产资源供需结构与能源结构转型、矿产资源战略安全保障等方面提出了新要求^[36],需进一步降低战略性新兴产业所需矿产资源的供给风险^[37]。同时,中国建立的矿产资源政策体系整体性特征逐步明显,但当前矿产资源安全政策体系仍存在以下问题:①过于关注保障经济安全,而节约资源、保护环境等方面重视程度不足;②过度注重勘查和开采,忽视交易和修复;③忽视矿产资源储备;④制定限制型政策较多,激励型政策短缺,政策间的配置组合不够系统均衡合理等^[38]。

2023年4月

(2)矿产资源安全的宏观研究。主要包括:①评估各类矿产资源的安全程度,得出中国锂资源安全水平在上升^[39];稀土资源安全性不高,但总体趋势在改善^[40];中国的天然气供应安全波动较大,但日本和韩国较稳定^[41];2001—2015年间中国的重要矿产(铁、铜、铝、铅、锌、镍等)处于中低安全水平^[42];"一带一路"沿线国家与中国形成相互依存的能源合作关系,是保障中国能源安全的重要区域^[43]等结论。②提出增强矿产资源安全的路径,如加强能源外交^[44];提出矿产资源安全框架3个维度(全球资源供应稳定、国内经济安全、全球产业链各主体共存)^[39];通过降低对单个供应商的依赖,实现投资组合多样化和差异化,加强能源弹性^[45]。

5.4 国际矿产资源安全相关研究

这一主题主要研究了全球国家和地区矿产资源战略,所包含的高频关键词(频次)主要有:关键矿产(38)、日本(13)、美国(8)、全球化(10)等。由于新兴战略产业与高新技术对矿产资源的应用,相关矿产资源成为各国资源安全战略的重点。在关键矿产战略清单方面,各国均制定了相应的战略性矿产(关键矿产)资源清单并适时进行更新和完善^[46]。现阶段,美国关键矿产清单共包含50种(2022年);欧盟关键原材料清单经3次调整后,包含30种矿产(2020年);日本战略性矿产清单关注了30种矿产(2013年);英国定义了本土危机程度较高的矿产共18种,继续考察的矿产5种(2022年);澳大利亚扩大了战略性矿产资源清单,现阶段包含26种(2022年);俄罗斯新版稀缺战略性矿产资源清单将种类增至55种(2022年)。对比各国关键矿产清单,发现矿产资源种类具有较高的重合性,同时各国的战略性矿产资源清单均有不断扩大关键原材料范围的趋势^[28]。

由于全球地缘政治动荡多变,矿产资源供应面临着复杂的风险与不确定性,澳大利亚、日本、欧盟、美国等国家(地区)对战略性矿产资源的关注度不断上升,有关矿产资源相关政策数量均稳步上升^[47]。其中,美国、欧盟政策关注点集中在供应风险、保障与安全方面,其主要目的是维护国家(地区)社会经济发展和国防安全,增强国际话语权以满足政治和外交需求。例如,美国历来重视矿产供

应安全的风险防控,通过关键矿产战略调整与政策演变,如完善《战略和关键矿产法》《美国矿产安全法》等法律,成立关键矿产和战略矿产供应链委员会等相关机构,推进关键矿产供应链联盟建设^[48],形成了较完整的关键矿产供应链风险防控政策理论与机制^[31];由于资源匮乏,日本更加重视矿产资源的保障供应与储备的政策制定^[49],如制定6次《基本能源规划》(2003—2021年)、《新国际资源战略》(2020年)等,通过采取提高能源自给率(主要为核能),降低一次能源石油的消耗量,促进海外资源保供,增加矿产资源储备,促进资源节约替代、回收利用与海洋资源开发等,来增强战略性矿产资源保供能力^[50]。在矿产资源战略储备方面,美国、日本等国家已形成了全面完善的能源应急法律法规体系,为中国矿产资源战略储备提供了相关经验^[51]。

6 结论与研究展望

6.1 结论

本文利用CiteSpace、Ucinet、SATI等软件,分析了1980—2022年国内矿产资源安全领域的研究文献,发现主要呈现以下特征:

(1)矿产资源安全领域的研究始于1980年,从2000年开始受到广泛关注,2012年后矿产资源安全领域的研究内容多元、主题丰富。其起步期聚焦于资源开发与发展战略的研究;快速发展期转向对矿产资源区域发展、矿业权管理、形势战略对策的研究;转型发展期对矿产资源安全领域的研究主要集中在矿产资源开发利用与可持续发展、矿产资源产业链供应链安全、矿产资源管理与国际矿产资源安全研究。

(2)有关资源安全、关键矿产、发展战略、对策建议、风险、中国、美国、一带一路、开发利用等方面的研究是当前与今后一个时期的研究热点。矿产资源安全领域的研究主要以资源安全、产业链、关键矿产、矿产资源战略、开发利用等关键词展开,矿产资源全产业链可持续供应、风险评估、战略格局构建、高效循环利用等将成为矿产资源安全领域的研究热点与难点。

6.2 研究展望

现阶段,中国矿产资源安全领域还存在着矿产资源勘查形势较为严峻、勘查技术有待提升,矿产

资源产业链供应链存在较大风险,矿产资源政策体系有待进一步完善等问题。未来矿产资源安全领域应注重以下4个方面的研究:

(1)深耕矿产资源勘查开发与利用的研究。矿产资源作为新能源领域的重要原材料,要配套国家矿产资源安全战略政策与其他相关制度,持续推进关键技术的科研攻关,强化矿产资源的勘查手段和工作措施,实现矿产资源的可持续发展。

(2)进一步加强矿产资源安全的相关战略研究,完善矿产资源安全的顶层设计,加强矿产资源安全政策法规、制度标准与管理体制的研究。在矿产资源已成为各国资源安全战略重点的背景下,期待矿产资源安全领域的学者基于国际与国内的研究视角,继续加强供需、资源、环境、经济及政策对资源安全问题的综合影响研究,建立矿产资源安全预警、供应保障与风险评估体系,提出增强保供能力、降低全产业链供应链风险的对策建议。

(3)进一步完善矿产资源管理制度,使其符合生态文明建设和可持续发展的战略。在持续跟踪国外矿产资源安全相关动态、预测国际矿产资源安全变化态势的基础上,研究生态环境保护和矿产勘查开发的协调机制,促进矿产资源效益与地质环境效益的有机统一,实现资源安全、生态安全和可持续发展,提出更多具有全局性、前瞻性的理论参鉴、对策建议,并有效指导实践工作。

(4)矿产资源安全研究领域虽已逐步形成较为突出的学术研究者、学术团队和研究机构,但研究机构、学者间的合作度较低,未来期待有更多的跨机构合作,使矿产资源安全研究得到进一步的发展。同时,由于地质工作资金投入量在一定程度上影响研究发文量,建议加大地质工作的资金投入,保持地质勘查项目投入的持续性,助力矿产资源安全领域的深入研究,期待更多的学者对矿产资源安全的各个领域深入探索。

参考文献(References):

- [1] 龙如银,杨家慧.国家矿产资源安全研究现状及展望[J].资源科学,2018,40(3): 465-476. [Long R Y, Yang J H. Research status and prospect of national mineral resource security[J]. Resources Science, 2018, 40(3): 465-476.]
- [2] 王玉平.中国矿产资源储备战略研究[J].中国矿业,1998,(6): 19-22. [Wang Y P. China's mineral resources reserve strategy[J]. China Mining Magazine, 1998, (6): 19-22.]
- [3] 袁国华.矿产资源与可持续发展研究[J].地域研究与开发,1997,(3): 20-23. [Yuan G H. Research on mineral resources and sustainable development[J]. Areal Research and Development, 1997, (3): 20-23.]
- [4] 胡小平.我国矿产资源经济区划与产业布局[J].地域研究与开发,1998,(2): 50-56. [Hu X P. Mineral economic division and industrial distribution in China[J]. Areal Research and Development, 1998, (2): 50-56.]
- [5] 沈镭,何贤杰,张新安,等.我国矿产资源安全战略研究[J].矿业研究与开发,2004,(5): 6-12. [Shen L, He X J, Zhang X A, et al. Study on mineral resources security strategy of China[J]. Mining Research and Development, 2004, (5): 6-12.]
- [6] 付英.试论21世纪初中国的矿产资源战略[J].资源与产业,2001,3(1): 20-28. [Fu Y. Discussion on mineral resource strategy of China in the initial stage of the 21st century[J]. Resources & Industries, 2001, 3(1): 20-28.]
- [7] 胡小平.矿产资源供应安全评价[J].中国国土资源经济,2005,18(7): 6-8. [Hu X P. Evaluation on mineral resource supply security[J]. Natural Resource Economics of China, 2005, 18(7): 6-8.]
- [8] 张所续.矿产资源战略储备与国家安全[J].中国矿业,2010,19(10): 1-4. [Zhang S X. Mineral resources reserve national security strategy[J]. China Mining Magazine, 2010, 19(10): 1-4.]
- [9] 贾文龙,薛亚洲,任忠宝.关于建立中国矿产资源储备体系的政策思考[J].中国国土资源经济,2008,21(12): 7-9. [Jia W L, Xue Y Z, Ren Z B. On the establishment of policy system for the reserve of mineral resources in China[J]. Natural Resource Economics of China, 2008, 21(12): 7-9.]
- [10] 谷树忠,耿海青,姚予龙.国家能源、矿产资源安全的功能区划与西部地区定位[J].地理科学进展,2002,(5): 410-419. [Gu S Z, Geng H Q, Yao Y L. The compartmentalization of functional areas for national resource security and the orientation of the west China[J]. Progress in Geography, 2002, (5): 410-419.]
- [11] 林卫星,张莞涛,刘奇,等.“双碳”目标下矿产资源开发布局思考[J].矿业研究与开发,2022,42(6): 153-159. [Lin W X, Zhang Y T, Liu Q, et al. Thoughts on the layout of mineral resources development under carbon peak and carbon neutrality goals[J]. Mining Research and Development, 2022, 42(6): 153-159.]
- [12] 于娱,马代鹏,王贤梅.国际铁矿产资源全产业链产品的贸易网络韧性[J].资源科学,2022,44(10): 2006-2021. [Yu Y, Ma D P, Wang X M. International trade network resilience for products in the whole industrial chain of iron ore resources[J]. Resources Science, 2022, 44(10): 2006-2021.]
- [13] 杜晓慧.全球稀土矿产资源分布、开发现状以及未来发展格局[J].资源与产业,2014,16(6): 21-28. [Du X H. Resource distribution, development situation and future development of global rare

2023年4月

- [J]. Resources & Industries, 2014, 16(6): 21-28.]
- [14] 季根源, 张洪平, 李秋玲, 等. 中国稀土矿产资源现状及其可持续发展对策[J]. 中国矿业, 2018, 27(8): 9-16. [Ji G Y, Zhang H P, Li Q L, et al. Current status of rare earth resources in China and strategies for its sustainable development[J]. China Mining Magazine, 2018, 27(8): 9-16.]
- [15] 罗宇文, 吴萍, 赖一鸣. 中国稀土资源国家安全评估与预警[J]. 稀土, 2022, 43(6): 143-154. [Luo Y W, Wu P, Lai Y M, National security assessment and early warning of rare earth resources in China[J]. Chinese Rare Earths, 2022, 43(6): 143-154.]
- [16] 李颖, 陈其慎, 柳群义, 等. 中国海外矿产资源供应安全评价与形势分析[J]. 资源科学, 2015, 37(5): 900-907. [Li Y, Chen Q S, Liu Q Y, et al. An indicator system for overseas mineral resource supply security and analysis of the security situation for China's overseas resource supply[J]. Resources Science, 2015, 37(5): 900-907.]
- [17] 吴文盛, 王琳, 宋泽峰, 等. 新时期我国矿产资源开发与生态环境保护矛盾的探讨[J]. 中国矿业, 2020, 29(3): 6-10. [Wu W S, Wang L, Song Z F, et al. Discussions on the contradiction between development of mineral resources and ecological environment protection in the new era in China[J]. China Mining Magazine, 2020, 29(3): 6-10.]
- [18] He G, Yu B H, Li S Z, et al. Comprehensive evaluation of ecological security in mining area based on PSR-ANP-GRAY[J]. Environmental Technology, 2018, 39(23): 3013-3019.
- [19] Song M L, Xie Q J, Shahbaz M, et al. Economic growth and security from the perspective of natural resource assets[J]. Resources Policy, 2023, DOI: 10.1016/j.resourpol.2022.103153.
- [20] 陈军, 成金华. 中国矿产资源开发利用的环境影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(3): 111-119. [Chen J, Cheng J H. Environmental impacts caused by the development and utilization of mineral resources in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(3): 111-119.]
- [21] 曾凌云, 王联军, 史登峰. 矿产资源开发利用及生态修复相关方案管理优化分析与建议[J]. 中国矿业, 2020, 29(4): 16-19. [Zeng L Y, Wang L J, Shi D F. The analysis and suggestions of optimizing mineral resources exploitation and ecological restoration schemes management[J]. China Mining Magazine, 2020, 29(4): 16-19.]
- [22] 侯冰, 刘向敏, 余振国. 对我国构建矿山生态修复制度的思考[J]. 中国国土资源经济, 2022, 35(9): 76-81. [Hou B, Liu X M, Yu Z G. The Consideration of constructing mine ecological restoration system in China[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(9): 76-81.]
- [23] 吴梦云. 地质矿产资源勘察中存在的问题及对策[J]. 世界有色金属, 2021, (12): 115-116. [Wu M Y. Problems and countermeasures in geological and mineral resources exploration[J]. World Nonferrous Metals, 2021, (12): 115-116.]
- [24] 中新经纬. 三部门: 加大石油、天然气等战略性矿产资源勘查[N/OL]. (2021-11-15)[2022-11-20]. <https://oil.in-en.com/html/oil-2931305.shtml>. [Economic View. Three Sectors: Increasing Exploration of Strategic Mineral Resources Such As Oil and Natural Gas[N/OL]. (2021-11-15)[2022-11-20]. <https://oil.in-en.com/html/oil-2931305.shtml>.]
- [25] 刘涛. 甘肃省矿产资源战略储备的思考[J]. 现代矿业, 2020, 36(1): 70-72. [Liu T. Consideration on strategic reserve of mineral resources in Gansu Province[J]. Modern Mining, 2020, 36(1): 70-72.]
- [26] 陈爱章, 刘辉, 刘林. 远安县矿产资源开发利用现状及前景分析[J]. 现代矿业, 2021, 37(12): 261-262. [Chen A Z, Liu H, Liu L. Analysis on the status quo and prospects of the exploitation and utilization of mineral resources in Yuan'an County[J]. Modern Mining, 2021, 37(12): 261-262.]
- [27] 王雪峰. 关于提升中国矿产资源初级产品供给保障能力的思考[J]. 发展研究, 2022, 39(5): 37-45. [Wang X F. Thoughts on improving the ability of ensuring the supply of primary products of mineral resources in China[J]. Development Research, 2022, 39(5): 37-45.]
- [28] 左更, 崔楠楠, 李晓杰, 等. 我国优势金属矿产行业问题分析与保供建议: 以钨、锑、稀土为例[J]. 中国国土资源经济, 2022, 35(10): 11-17. [Zuo G, Cui N N, Li X J, et al. Problem analysis on preponderant metal mineral industry in China and supply guarantee suggestions: Take tungsten, antimony and rare earth as examples[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(10): 11-17.]
- [29] 陈甲斌, 刘超, 冯丹丹, 等. 矿产资源安全需要关注的六个风险问题[J]. 中国国土资源经济, 2022, 35(1): 15-21. [Chen J B, Liu C, Feng D D, et al. Six risk problems of mineral resources security need to focus on[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(1): 15-21.]
- [30] 田郁溟, 琚宜太, 周尚国. 我国战略矿产资源安全保障若干问题的思考[J]. 地质与勘探, 2022, 58(1): 217-228. [Tian Y M, Ju Y T, Zhou S G. Thinking on several problems of China's strategic mineral resources security guarantee[J]. Geology and Exploration, 2022, 58(1): 217-228.]
- [31] 李婧, 宫庆彬, 唐蓓, 等. 美国关键矿产供应链安全风险防控及启示[J]. 情报杂志, 2022, 41(6): 58-65. [Li J, Gong Q B, Tang H, et al. Prevention and control of security risks in the US critical minerals supply chain[J]. Journal of Intelligence, 2022, 41(6): 58-65.]
- [32] 吴巧生, 周娜, 成金华. 战略性关键矿产资源供给安全研究综述与展望[J]. 资源科学, 2020, 42(8): 1439-1451. [Wu Q S, Zhou N, Cheng J H. A review and prospects of the supply security of strategic key minerals[J]. Resources Science, 2020, 42(8): 1439-1451.]

- [33] 安海忠, 李华姣. 战略性矿产资源全产业链理论和研究前沿[J]. 资源与产业, 2022, 24(1): 8–14. [An H Z, Li H J. Theory and research advances in whole industrial chain of strategic mineral resources[J]. Resources & Industries, 2022, 24(1): 8–14.]
- [34] 宋建军, 王国平. “双碳”背景下保障关键矿产供应链安全的思考[J]. 中国国土资源经济, 2022, 35(8): 4–9. [Song J J, Wang G P. Thoughts on securing the supply chain for critical minerals under carbon peaking and carbon neutrality[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(8): 4–9.]
- [35] 吴初国, 马永欢, 汤文豪, 等. 能源和矿产资源的转折[J]. 国土资源情报, 2021, (5): 20–26. [Wu C G, Ma Y H, Tang W H, et al. A turning point in energy and mineral resources management [J]. Land and Resources Information, 2021, (5): 20–26.]
- [36] 吴文盛, 梁富. “双碳”背景下矿产资源战略安全研究[J]. 中国矿业, 2022, 31(3): 15–19. [Wu W S, Liang F. Research on strategic security of mineral resources under the background of “carbon peak and neutrality”[J]. China Mining Magazine, 2022, 31(3): 15–19.]
- [37] 成金华, 易佳慧, 吴巧生. 碳中和/战略性新兴产业发展与关键矿产资源管理[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 135–142. [Cheng J H, Yi J H, Wu Q S. Carbon neutrality, strategic emerging industry development and critical mineral management [J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(9): 135–142.]
- [38] 曾凌云. 新形势下深化矿产资源管理改革的思考和建议: 面向治理体系和治理能力现代化的视角[J]. 中国国土资源经济, 2020, 33(7): 24–28. [Zeng L Y. Thoughts and suggestions on deepening reform of mineral resources management in the new situation: From the perspective of modernization of governance system and governance capability[J]. Natural Resource Economics of China, 2020, 33(7): 24–28.]
- [39] Zhou N, Wu Q S, Hu X P, et al. Synthesized indicator for evaluating security of strategic minerals in China: A case study of lithium [J]. Resources Policy, 2020, DOI: 10.1016/j.resourpol.2020.101915.
- [40] Du Y P, Wang W J, Lu Q, et al. A DPSIR–TODIM model security evaluation of China’s rare earth resources[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, DOI: 10.3390/ijerph17191719.
- [41] Gong C Z, Gong N J, Qi R, et al. Assessment of natural gas supply security in Asia Pacific: Composite indicators with compromise Benefit–of–the–Doubt weights[J]. Resources Policy, 2020, DOI: 10.1016/j.resourpol.2020.101671.
- [42] Zhang L, Bai W, Yu J, et al. Critical mineral security in China: An evaluation based on hybrid MCDM methods[J]. Sustainability, 2018, DOI: 10.3390/su10114114.
- [43] Zhao Y B, Liu X F, Wang S J, et al. Energy relations between China and the countries along the belt and road: An analysis of the distribution of energy resources and interdependence relationships [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, 107: 133–144.
- [44] Sato M, Kharrazi A, Nakayama H, et al. Quantifying the supplier–portfolio diversity of embodied energy: Strategic implications for strengthening energy resilience[J]. Energy Policy, 2017, 105: 41–52.
- [45] Zhu K, Zhao Y, Xu X, et al. Measuring the natural gas supply security performance of China’s natural gas suppliers: A comprehensive framework using FAHP–Entropy–PROOTHEE method[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131093.
- [46] 毛景文, 杨宗喜, 谢桂青, 等. 关键矿产: 国际动向与思考[J]. 矿床地质, 2019, 38(4): 689–698. [Mao J W, Yang Z X, Xie G Q, et al. Critical minerals: International trends and thinking[J]. Mineral Deposits, 2019, 38(4): 689–698.]
- [47] 葛建平, 刘佳琦. 关键矿产战略国际比较: 历史演进与工具选择 [J]. 资源科学, 2020, 42(8): 1464–1476. [Ge J P, Liu J Q. International comparison of critical mineral strategies: Historical evolution and tool selection[J]. Resources Science, 2020, 42(8): 1464–1476.]
- [48] 于宏源, 关成龙, 马哲. 拜登政府的关键矿产战略[J]. 现代国际关系, 2021, (11): 1–8. [Yu H Y, Guan C L, Ma Z. Biden administration’s critical minerals strategy[J]. Contemporary International Relations, 2021, (11): 1–8.]
- [49] 赵桑, 汪鹏, 王路, 等. 美国关键矿产战略的演化特征及启示[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 91–103. [Zhao S, Wang P, Wang L, et al. Evolution of the US. strategy for critical minerals strategy and the implications[J]. Science & Technology Review, 2022, 40(8): 91–103.]
- [50] 郑国栋, 陈其慎, 张艳飞, 等. 从产业链角度看日本矿产资源安全保障[J]. 国土资源情报, 2021, (8): 18–24. [Zheng G D, Chen Q S, Zhang Y F, et al. Security of mineral resources in Japan from the angle of industrial chain[J]. Land and Resources Information, 2021, (8): 18–24.]
- [51] 张小陌. 美日矿产资源战略储备制度研究及其借鉴意义[J]. 矿业研究与开发, 2019, 39(1): 134–138. [Zhang X M. Research on the strategic reserve system of mineral resources in Japan and the United States and its reference significance[J]. Mining Research and Development, 2019, 39(1): 134–138.]

A review of mineral resource security research based on bibliometric analysis

WANG Jiajia, WANG Feng, LIU Li

(Consulting and Research Center, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China)

Abstract: [Objective] Mineral resources are the foundation of national economic development and the important guarantee of national security, and their security problems have become increasingly prominent. It is of great significance to systematize the research on mineral resource security. [Methods] This study took the publications on mineral resource security published by Chinese scholars from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Chinese Social Sciences Citation Index (CSSCI), and Web of Science databases as samples. By using bibliometric analysis, content analysis, and literature induction methods and visualized knowledge network analysis tools such as CiteSpace, the current situation, evolution, and hotspots of mineral resource security research are discussed. [Results] The results show that the research contents in the mineral resource security field are diversified and cover a broad range of themes. The development showed an inverted U-shaped trend and has experienced three stages—the initial period, the rapid growth period, and the transitional development period. The research hotspots include exploration and utilization of mineral resources, security of mineral resource industrial chain and supply chain, mineral resource strategy, and international research on mineral resource security. [Conclusion] The sustainable supply of mineral resources throughout the industrial chain, risk assessment, construction of strategic development pattern, efficient recycling, among other aspects may become the research hotspots and challenges in the field of mineral resource security in the future. Meanwhile, the research on the exploration, development, and utilization of mineral resources, mineral resource security strategy, coordination mechanism between mineral resource benefits and environment protection should be strengthened, in order to provide a theoretical basis for further improving the mineral resource security system.

Key words: mineral resource security; research hotspots; bibliometric analysis method; visualized knowledge network; China