

【简讯与热点】

国际镍矿研究态势文献计量分析与启示

吕鹏, 卢小莉, 李璐, 向锂, 洪敬兰, 方秋芸

(中国地质图书馆, 中国地质调查局地质文献中心, 北京 100083)

Bibliometric analysis and inspiration of international research situation of nickel deposits

LÜ Peng, LU Xiaoli, LI Lu, XIANG Li, HONG Jinglan, FANG Qiuyun

(National Geological Library of China, Geoscience Documentation Center, China Geological Survey, Beijing 100083, China)

1 引言

镍是一种重要的工业金属,在不锈钢、合金、电池、催化剂等领域得到广泛应用。全球镍矿分布广泛但不均匀,具有经济效益的镍矿床包括风化壳型(红土型)镍矿床和岩浆型(硫化物型、硫化镍型)镍矿床,储量分别占 60% 和 40%。前者主要集中产出在环太平洋地区的热带和亚热带国家,后者主要分布在加拿大、俄罗斯、澳大利亚、南非、中国等国家。伴随新能源汽车等新兴产业的快速发展,作为电池关键材料的镍迎来了新的需求增长。近年来对镍矿床的研究是找矿勘查工作的重点之一,论文成果数量显著增长。

本文使用科睿唯安的 Web of Science 数据库(Wos 数据库)检索出 2003—2023 年国际镍矿研究论文 1152 篇(检索时间:2024 年 9 月 15 日),运用文献计量学方法量化分析国际镍矿研究态势,包括

年度发文量趋势、论文数量国际对比、论文领域与期刊分布、机构发文量、论文被引情况和研究主题分布等。研究结果为系统梳理国际镍矿床的整体研究态势提供了依据,可以为未来相关研究的战略规划提供指引。

2 论文数量增长趋势

2003—2023 年镍矿床论文数量呈现波动增长(图 1)。2003—2011 年发文量相对稳定,年均 40 篇左右。从 2012 年开始,论文数量显著增加,尤其在 2012 年达到 73 篇,形成明显的发文高峰,2017 年进一步增长到 79 篇,标志着镍矿床研究进入活跃期。2018—2023 年论文数量继续保持较高水平,在 2020 年之后,发文量基本保持在 70 篇以上,在 2023 年达到历史最高的 92 篇。表明全球能源转型对电池材料的需求增加,导致相关研究将继续保持较高的活跃度。

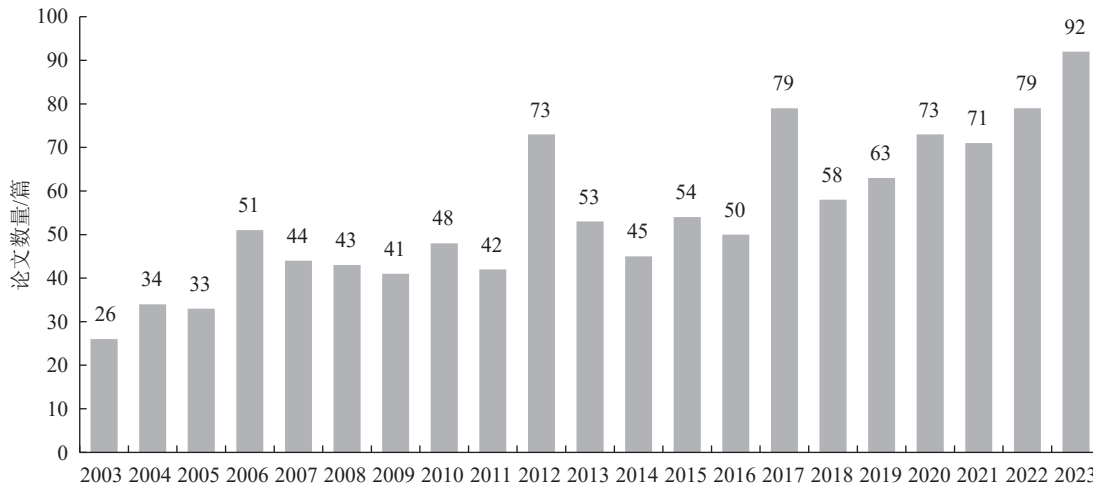


图 1 2003—2023 年国际镍矿论文发文量情况

3 论文数量国际对比

对镍矿研究发文量最多的前20个国家和地区进行统计分析,发文量最多的国家依次是中国421篇,俄罗斯145篇,澳大利亚118篇,加拿大83篇,美国81篇(图2)。在论文总数排名前5位的国家中,中国的发文量和增长速度明显领先于其他国家(图3),这与中国在矿产资源勘查工作上的长期投入以及重视战略性资源研究相关。

4 论文领域与期刊分布

镍矿研究涉及广泛的学科领域,对收集到的1152篇镍矿所属的学科领域进行分析,结果表明:

论文分布在77个学科领域,其中论文数大于10篇的学科领域有23个,论文数最多的前20个学科领域见表1。核心集中在矿物学、冶金与采矿等传统领域,同时材料科学和电化学的研究也占据了重要地位。随着全球对可持续发展与新能源领域的重视,与环境科学和绿色技术相关的研究也逐渐崭露头角。各国镍矿研究根据其资源优势和科研传统各有侧重,中国的研究领域最为广泛,重点集中在材料科学、冶金工程、矿物学等领域;澳大利亚更多关注矿物学和地球化学;俄罗斯的研究优势主要体现在采矿和矿物加工领域,同时在矿物学和地质研究方面也有较高的科研产出;加拿大侧重于地球化学和采矿领域;美国的重点在矿物学和地球化学,同时在材料科学的应用方向上具有一定优势。

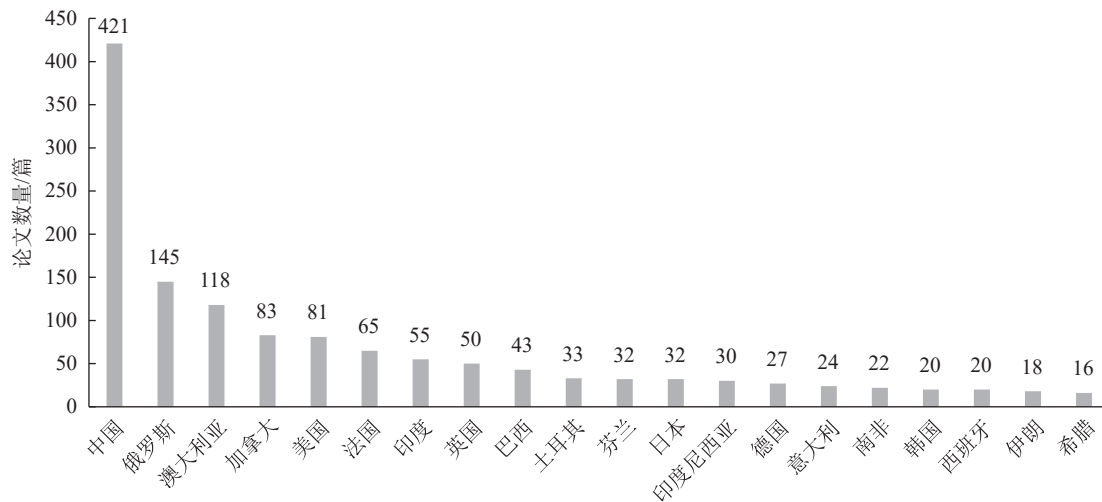


图2 2003—2023年国际镍矿研究发文前20位的国家和地区

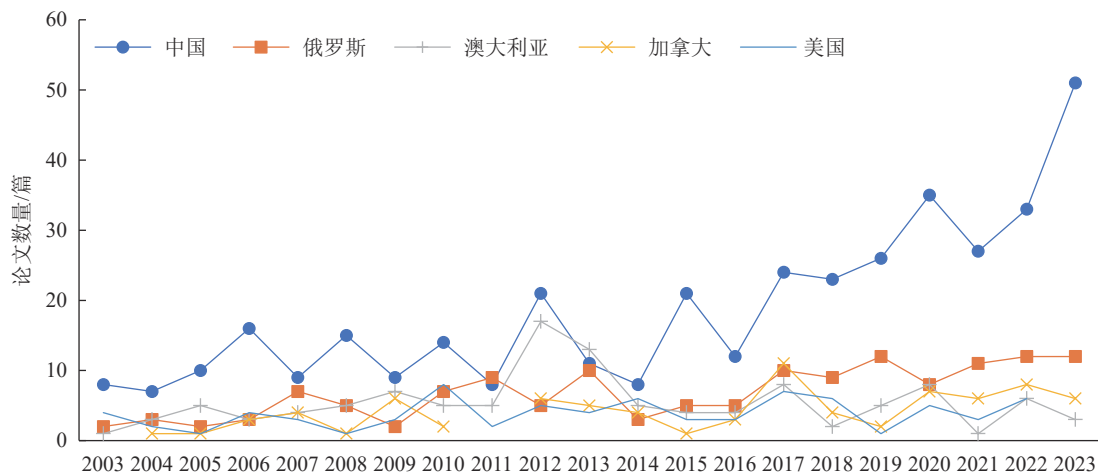


图3 国际镍矿研究发文前5位国家或地区论文增长对比

表 1 2003—2023 年国际镍矿论文学科领域分布情况

序号	学科领域名称	中文学科名称	论文数/篇	占比
1	Mineralogy	矿物学	275	23.87%
2	Metallurgy & Metallurgical Engineering	冶金与冶金工程	213	18.49%
3	Mining & Mineral Processing	采矿和矿物加工	209	18.14%
4	Geochemistry & Geophysics	地球化学与地球物理学	192	16.67%
5	Materials Science, Multidisciplinary	材料科学, 综合学科	169	14.67%
6	Geology	地质学	126	10.94%
7	Electrochemistry	电化学	123	10.68%
8	Geosciences, Multidisciplinary	地球科学, 综合学科	102	8.85%
9	Chemistry, Physical	物理化学	102	8.85%
10	Materials Science, Coatings & Films	材料科学, 涂料和薄膜	96	8.33%
11	Engineering, Chemical	工程化学	91	7.90%
12	Physics, Applied	应用物理	84	7.29%
13	Chemistry, Multidisciplinary	化学, 综合学科	54	4.69%
14	Environmental Sciences	环境科学	41	3.56%
15	Physics, Condensed Matter	凝聚态物理	34	2.95%
16	Energy & Fuels	能源与燃料	30	2.60%
17	Chemistry, Analytical	分析化学	21	1.82%
18	Engineering, Environmental	环境工程	20	1.74%
19	Nanoscience & Nanotechnology	纳米科学与纳米技术	17	1.48%
20	Green & Sustainable Science & Technology	绿色与可持续科学技术	17	1.48%

国际镍矿研究论文主要发表在 368 种期刊上, 发表数量前 20 位的期刊及载文量见表 2。这 20 种期刊占到全部期刊载文量的 42.19%。其中载文量最多的是《Ore Geology Reviews》(49 篇)和《Acta Petrologica Sinica》(43 篇)。

5 机构发文量分析

国际上发表论文最多的前 20 家机构, 以及以这些机构为第一作者单位发表的论文总数见表 3。对机构发文量分析结果表明, 中国在国际镍矿研究

中占据显著地位, 共有 10 家机构进入前 20 位。俄罗斯和澳大利亚成果数量也较多。机构的第一作者论文比例高低不一, 反映出不同机构在科研合作中的角色差异, 中国、俄罗斯、芬兰在研究中担当主导角色, 英国更多是参与国际合作研究。

6 被引情况分析

在 1152 篇国际镍矿论文中, 被引次数为 0 的论文共有 87 篇, 占论文总数的 7.55%; 被引次数 ≤ 10 的论文共有 551 篇, 占总数的 47.83%。国际镍

表 2 2003—2023 年国际镍矿论文期刊分布情况

序号	期刊名称	论文数/篇	占比
1	Ore Geology Reviews	49	4.25%
2	Acta Petrologica Sinica	43	3.73%
3	Surface & Coatings Technology	41	3.56%
4	Minerals Engineering	36	3.13%
5	Electrochimica Acta	35	3.04%
6	Mineralium Deposita	35	3.04%
7	Minerals	35	3.04%
8	Journal of Mining Science	32	2.78%
9	Economic Geology	26	2.26%
10	Journal of The Electrochemical Society	19	1.65%
11	Journal of Alloys and Compounds	16	1.39%
12	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	16	1.39%
13	Geochimica et Cosmochimica Acta	14	1.22%
14	Geology of Ore Deposits	14	1.22%
15	Acta Geologica Sinica (English Edition)	13	1.13%
16	Hydrometallurgy	13	1.13%
17	Journal of Geochemical Exploration	13	1.13%
18	Journal of Applied Electrochemistry	12	1.04%
19	Journal of Electroanalytical Chemistry	12	1.04%
20	Transactions of the Institute of Metal Finishing	12	1.04%
总计		486	42.19%

表3 2003—2023年国际镍矿论文机构分布情况

序号	机构	国家/地区	论文总数/篇	第一作者单位 论文数/篇
1	俄罗斯科学院	俄罗斯	100	88
2	中国科学院	中国	83	58
3	中国地质大学	中国	44	23
4	中南大学	中国	37	29
5	西澳大学	澳大利亚	34	19
6	东北大学	中国	28	25
7	中国地质科学院	中国	25	14
8	北京科技大学	中国	21	14
9	吉林大学	中国	19	10
10	芬兰地质调查局	芬兰	17	11
11	昆明理工大学	中国	17	13
12	莫纳什大学	澳大利亚	16	7
13	香港大学	中国香港	15	0
14	印第安纳大学	美国	14	11
15	长安大学	中国	13	6
16	上海交通大学	中国	13	8
17	澳大利亚联邦科学与工业研究组织地球科学与 资源工程部门	澳大利亚	11	10
18	自然历史博物馆	英国	11	0
19	阿尔伯塔大学	加拿大	11	5
20	奥卢大学	芬兰	11	4

矿研究领域的文献引用情况呈现出一定的两极化,超过一半的论文被引次数超过10次,表明该领域的研究成果中存在大量的高影响力文献(表4)。被引次数最多的是日本产业技术综合研究所的Kanazawa Y于2006年发表在《Journal of Alloys and Compounds》的综述论文,被引415次。中国地质科学院矿产资源研究所毛景文院士团队于2008年在《Journal of Asian Earth Sciences》上发表的铜镍硫化物矿床综述被引次数达到298次,排第3位。

7 研究主题分析

通过对论文关键词统计分析,能够揭示国际镍

表4 2003—2023年国际镍矿论文被引情况

被引频次	论文数/篇	占比	累积论文数/篇	累积占比
0	87	7.55%	87	7.55%
1	54	4.69%	141	12.24%
2	62	5.38%	203	17.62%
3	55	4.77%	258	22.40%
4	52	4.51%	310	26.91%
5	58	5.03%	368	31.94%
6	40	3.47%	408	35.42%
7	38	3.30%	446	38.72%
8	36	3.13%	482	41.84%
9	25	2.17%	507	44.01%
10	44	3.82%	551	47.83%
>10	601	52.17%	1152	100.00%

矿研究的核心主题及热点领域。国际镍矿论文中出现频率最高的21个关键词见表5。结果表明,国际镍矿研究涵盖了从矿床地质、矿物加工、材料科学到区域性资源开发等多个领域。矿床与矿物学研究(如红土镍矿、镍黄铁矿)对镍矿床和矿物的成因、分布及其地质化学特征的研究较为突出;矿物加工技术(如浮选和浸出)以及镍材料的抗腐蚀性性能

表5 2003—2023年国际镍矿论文研究主题分布情况

序号	关键词	中文名称	总计/篇
1	nickel	镍	135
2	electrodeposition	电沉积	95
3	flotation	浮选	32
4	corrosion	腐蚀	30
5	laterite nickel ore	红土镍矿	25
6	microstructure	显微结构	24
7	corrosion resistance	抗腐蚀性	23
8	laterite	红土	22
9	komatiite	科马提岩	19
10	nickel ore	镍矿	19
11	electroplating	电镀	18
12	geochemistry	地球化学	18
13	nickel electrodeposition	镍电沉积	18
14	cobalt	钴	17
15	leaching	浸出	17
16	microhardness	显微硬度	16
17	pentlandite	镍黄铁矿	15
18	serpentine	蛇纹石	15
19	Xinjiang	新疆	15
20	ferronickel	镍铁	14
21	New Caledonia	新喀里多尼亚	14

表 6 中国地质调查局在 CNKI 以第一作者发表 3 篇及以上论文的作者

序号	姓名	机构	论文数量/篇
1	杨合群	中国地质调查局西安地质调查中心	14
2	张照伟	中国地质调查局西安地质调查中心	12
3	王亚磊	中国地质调查局西安地质调查中心	6
4	娄德波	中国地质科学院矿产资源研究所	4
5	李文渊	中国地质调查局西安地质调查中心	4
6	王学求	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	3
7	王磊	中国地质调查局西安地质调查中心	3
8	肖凡	中国地质调查局南京地质调查中心	3
9	谢燮	中国地质调查局西安地质调查中心	3
10	邓伟	中国地质科学院矿产综合利用研究所	3
11	钱兵	中国地质调查局西安地质调查中心	3
12	高永宝	中国地质调查局西安地质调查中心	3

表 7 中国地质调查局在 CNKI 以第一作者发文被引次数最多的前 10 位作者

序号	作者	机构	发文数量/篇	总被引次数	平均被引次数
1	张照伟	中国地质调查局西安地质调查中心	12	239	19.92
2	王学求	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	3	166	55.33
3	李文渊	中国地质调查局西安地质调查中心	4	116	29.00
4	陈世平	中国地质科学院	1	104	104.00
5	张宗清	中国地质科学院地质研究所	1	103	103.00
6	张亮	中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所	1	93	93.00
7	杨合群	中国地质调查局西安地质调查中心	14	85	6.07
8	宋扬	中国地质科学院矿产资源研究所	1	84	84.00
9	王亚磊	中国地质调查局西安地质调查中心	6	81	13.50
10	王磊	中国地质调查局西安地质调查中心	3	70	23.33

是镍矿加工和应用研究的重要领域;材料改性和镀层质量是镍矿在材料与表面工程研究中的重点;中国新疆以及西南太平洋新喀里多尼亚岛蕴藏丰富的镍矿资源和独特的矿床类型成为区域性镍矿研究的焦点。

8 启 示

中国在镍矿研究的数量和质量上都表现出色,近 3 年发文量显著攀升,体现了中国对镍矿等关键材料的高度重视,在镍矿床领域的科研投入不断增加。在 Wos 数据库中,中国地质调查局发文量较少(表 3),这是由于大量论文发表在中文科技期刊上,没有被 Wos 数据库收录。为了全面梳理中国地质

调查局在镍矿方面的研究进展,以“(篇关摘:镍矿) AND(第一作者单位:中国地质调查局)”为检索式搜索中国知网(CNKI)期刊论文数据库得到 201 篇。从论文数量和引用角度来分析,中国地质调查局在 CNKI 上发表 3 篇及以上论文的作者见表 6,引用最高的前 10 位作者见表 7。

基于以上文献计量分析,中国地质调查局应进一步加强在 Wos 收录期刊上的发文力度,推动科研成果的国际可见度和引用度。通过提高在国际期刊上的发文数量,中国地质调查局能够有效提升其在全球学术界的影响力,增加中国在全球镍矿研究领域的话语权,为建设世界一流地质调查局提供强有力的支持。