
冠状病毒研究的文献计量学分析

陈静飞^{1,2}, 王怀璋¹, 高文博¹, 陈耕耘³, 梁婷¹

¹解放军陆军防化学院, 北京 102205; ²解放军 32169 部队, 西藏林芝 860000; ³四川省地震局, 成都 610000

[作者简介]陈静飞, 硕士研究生, 主要从事侦检分析与信息研究。E-mail: 512005637@qq.com

[通信作者]梁婷, E-mail: 18511090259@163.com

[摘要]目的对冠状病毒相关文献进行分析, 为后期研究者能直观便捷地认知冠状病毒的研究重点领域、快速查找重要文献和影响力大的研究合作对象提供数据参考。**方法**选取 Web of Science 核心合集数据库中的数据, 对 1968 至 2019 年期间冠状病毒相关文献进行系统整理, 采用 Microsoft Excel 2019 和 CiteSpaceV 软件对文献类型分布、年度发文数量、国家、机构、期刊、作者、文献共引、突现关键词等进行分析。**结果**截至 2019 年 12 月 31 日, 全球共发表冠状病毒相关文献 13959 篇。全球冠状病毒研究分为初始研究时期(1968-2003 年)、第 1 个黄金发展时期(2004-2012 年)和第 2 个黄金发展时期(2013-2019 年)3 个阶段。美国是发表文献最多的国家; 香港大学是发表文献最多的机构; 《病毒学杂志》发表文献数量及影响力排名第一。在冠状病毒研究领域 Peiris JSM、Drosten C 和 Ksiazek TG 等学者是较好的合作伙伴。**结论**“SARS 冠状病毒(SARS-CoV)”“传染病(infectious disease)”“冠状病毒 S 蛋白(coronavirus spike protein)”可能将在冠状病毒研究领域引起密切关注。

[关键词]冠状病毒; 文献计量; 可视化分析; CiteSpace

[中图分类号] R373.1

[文献标志码] A

[文章编号] 0577-7402(2020)02-

[DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.2020.02-

Bibliometric analysis of coronavirus research

Chen Jing-Fei^{1,2}, Wang Huai-Zhang¹, Gao Wen-Bo¹, Chen Geng-Yun³, Liang Ting^{1,*}

¹The Institute of NBC Defense, Chinese PLA Army, Beijing 102205, China

²No. 32169 Troops of the Chinese PLA, Linzhi, Xizang Autonomous Region 860000, China

³Sichuan Earthquake Administration, Chengdu 610000, China

*Corresponding author, E-mail: 18511090259@163.com

[Abstract] Objective To provide data reference for later researchers to visually and conveniently recognize the key research areas of coronavirus, quickly find important literature and influential research partners by analyzing the research literatures on coronavirus. **Methods** Data from the Web of Science core collection database were selected to systematically collate the literature on coronavirus research from 1968 to 2019, and analyzed the literature type distribution, annual number of papers, countries, institutions, journals, authors, literature co citation, emerging keywords using Microsoft Excel 2019 and CiteSpace V software. **Results** As of 31 December 2019, a total of 13,959 papers on coronavirus have been published. Global coronavirus research is divided into three periods: The initial research period (1968-2003), the first golden development period (2004-2012) and the second golden development period (2013-2019). United States is the country with the largest number of publications; the University Hong Kong is the institution with the largest number of publications, and the Journal of Virology ranks first in the number and influence of publications. Peiris JSM, Drosten C and Ksiazek TG are good partners in the field of coronavirus research. **Conclusions** “SARS-CoV”, “infectious disease”, “coronavirus spike protein” may attract close attention in the field of coronavirus research.

[Key words] coronavirus; bibliometrics; visualization analysis; CiteSpace

近年来,随着全球冠状病毒疫情多次暴发^[1-2],科研人员对冠状病毒的研究也随之增加。2019年底,中国湖北省武汉市暴发了一种以新型冠状病毒(2019-nCoV)为病原的肺炎(COVID-19)疫情^[3],为尽快控制疫情,各地科研人员均对2019-nCoV展开了相关研究^[4]。文献计量学是一种对某学科领域的文献进行分析,评估一段时间内研究活动趋势的研究方法。为了全面了解冠状病毒的研究状态,并为后期冠状病毒的研究者提供直观明了的参考依据,本研究运用文献计量学、可视化等方法对冠状病毒的研究结果进行系统整理,并分析冠状病毒在全球的研究情况,以期当前乃至今后研究冠状病毒提供帮助。

1 资料与方法

1.1 数据来源在 Web of Science(以下简称 WoS)文献检索平台,选择 WoS 核心合集,检索主题: Coronavirus; 时间跨度: 1968-2019; 索引: SCI-EXPANDED、SSCI、A&HCI、CPCI-S、CPCI-SSH、BKCI-S、BKCI-SSH、ESCI、CCR-EXPANDED 及 IC。共检索到 13959 篇文献,其中论文(Article)11242 篇,综述(Review)1198 篇,其他类型(Other types)1519 篇(图 1)。本研究使用的数据集包括所有文献类型,为避免跨学科文献的丢失,未对文献来源进行精简。

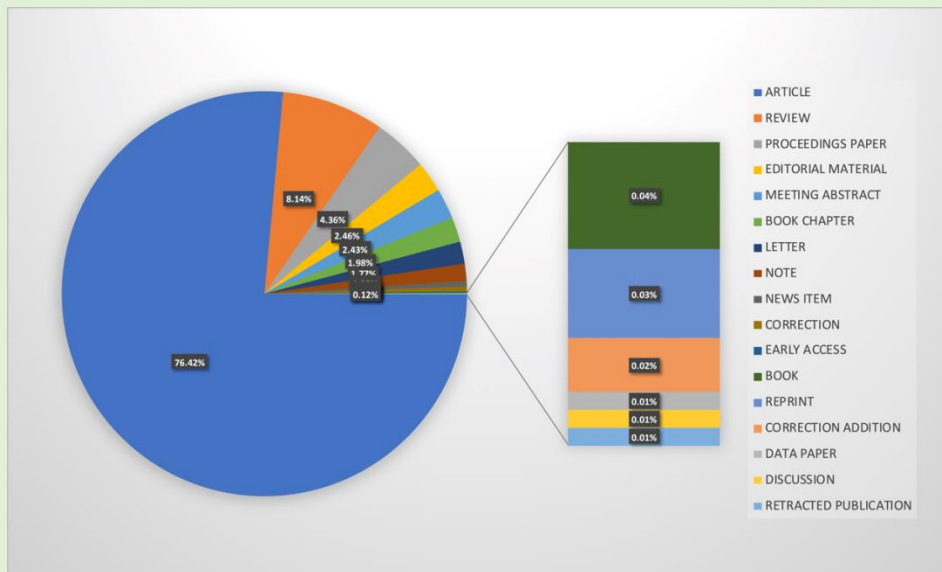


图 1 冠状病毒相关文献类型分布(1968–2019 年)

Fig.1 Documents types in coronavirus from 1968 to 2019

1.2 方法所有数据均独立收集，并以 TXT 格式下载。将数据导入 Microsoft Excel 2019 和 CiteSpace V 软件(由美国 Drexel 大学陈超美教授基于 Java 开发的程序^[5])进行定性和定量分析。运用 Microsoft Excel 2019 软件对文献类型分布、年度发表文献数量趋势进行分析；运用 CiteSpace V 软件确定国家、机构之间的合作关系，描绘期刊、研究者共引关系，进行文献共引分析及关键词突现分析，并将上述所有项目进行可视化呈现。

2 结果

2.1 每年度发表文献 1968–2019 年每年度发表文献数量分布如图 2 所示：第 1 篇与冠状病毒相关的文献发表于 1968 年；年度发文量出现了 2 个波峰，第 1 个波峰在 2004 年，即中国严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)暴发的第 2 年；第 2 个波峰在 2016 年，即中东呼吸综合征(Middle East respiratory syndrome, MERS)暴发之后。

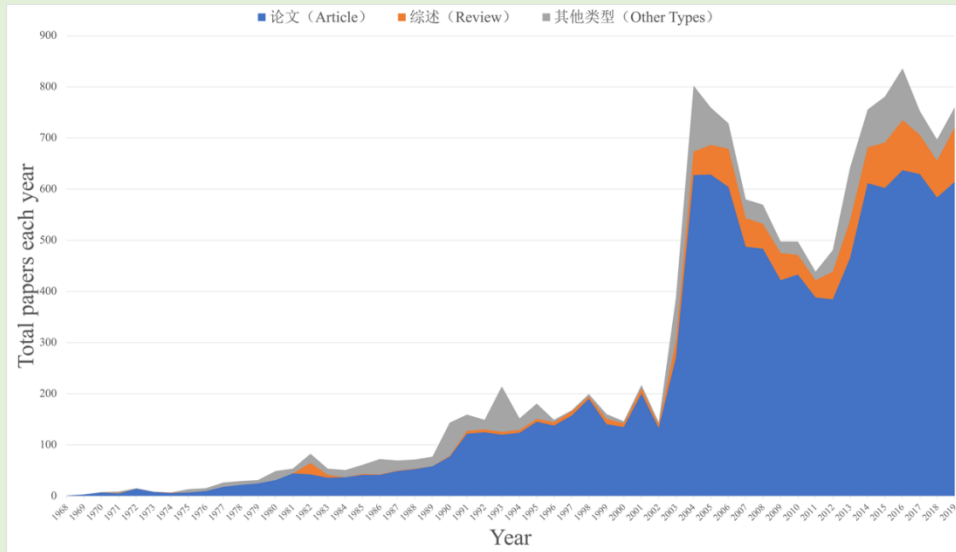


图 2 冠状病毒相关文献年份分布(1968–2019 年)

Fig.2 The number of annual publications on coronavirus research from 1968 to 2019

2.2 国家合作网络统计结果显示，全球有 138 个国家/地区发表了 13959 篇冠状病毒相关文献。将 1968–2019 年期间所有文献加载至 CiteSpaceV 软件生成国家合作网络图谱，其由 121 个网络节点和 952 条连接线组成。如图 3 所示，研究冠状病毒的国家/地区之间进行了紧密合作。

统计排名得出发表冠状病毒相关文献数量最多的 10 个国家(表 1)。其中美国(USA, 4698 篇)贡献最大，其次是中国(China, 2660 篇)、德国(Germany, 857 篇)、英格兰(England, 805 篇)和荷兰(the Netherlands, 738 篇)。中心性数值显示，西方国家与其他国家建立的合作关系较紧密，如美国(0.38)、英格兰(0.23)、荷兰(0.23)和德国(0.19)；亚洲国家与其他国家之间建立的合作关系较薄弱，如中国(0.09)、日本(0.09)、沙特阿拉伯(0.03)和韩国(0.00)。

表 1 发表冠状病毒相关文献数量最多的 10 个国家

Tab.1 The top 10 countries contributed to publications on coronavirus research

排名	文献数量(篇)	中心性	国家/地区
1	4698	0.38	美国(USA)
2	2660	0.09	中国(China)
3	857	0.19	德国(Germany)
4	805	0.23	英格兰(England)
5	738	0.23	荷兰(the Netherlands)
6	715	0.06	加拿大(Canada)

7	578	0.09	日本(Japan)
8	573	0.13	法国(France)
9	487	0.00	韩国(South Korea)
10	420	0.03	沙特阿拉伯(Saudi Arabia)



图3 参与冠状病毒研究的国家/地区网络图谱

Fig.3 Network map of countries/territories engaged in coronavirus research

网络节点的大小示该国家/地区贡献大小；连接线示国家/地区之间存在合作关系；图谱中颜色越暖示发表文献离当前时间越近。

2.3 机构合作网络统计结果显示，全球有 7119 个机构发表了 13959 篇冠状病毒相关文献。将 1968–2019 年期间所有文献加载至 CiteSpaceV 软件生成机构合作网络，其由 1473 个网络节点和 8567 条连接线组成。如图 4 所示，研究冠状病毒的机构之间进行了广泛合作。与国家间合作相比，机构间的合作亦同样紧密。

统计排名得出发表冠状病毒相关文献数量最多的 10 个机构(表 2)。其中香港大学(Univ Hong Kong, 511 篇)贡献最大，其次是中国科学院(Chinese Acad Sci, 354 篇)、乌得勒支大学(Univ Utrecht, 216 篇)、香港中文大学(Chinese Univ Hong Kong, 215 篇)和美国疾病控制与预防中心(Ctr Dis Control Prevent, 214 篇)。中心性数值显示，香港大学与其他机构建立的合作关系最为紧密。

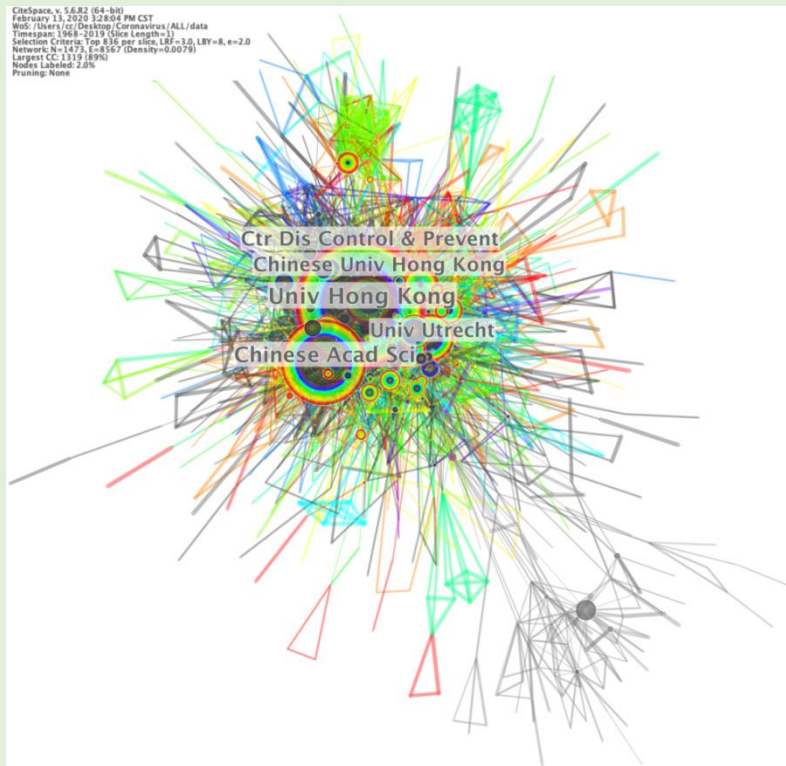


图 4 参与冠状病毒研究的机构网络图谱

Fig.4 Network map of institution engaged in coronavirus research

网络节点的大小示该机构贡献大小; 连接线示机构之间存在合作关系; 图谱中颜色越暖示离当前时间越近。

表 2 发表冠状病毒相关文献数量最多的 10 个机构

Tab.2 The top 10 institution contributed to publications on coronavirus research

排名	文献数量(篇)	中心性	机构
1	511	0.15	香港大学(Univ Hong Kong)
2	354	0.09	中国科学院(Chinese Acad SCI)
3	216	0.09	乌得勒支大学(Univ Utrecht)
4	215	0.03	香港中文大学(Chinese Univ Hong Kong)
5	214	0.11	美国疾病控制与预防中心(Ctr Dis Control Prevent)
6	180	0.06	北卡罗来纳大学(Univ N Carolina)
7	174	0.04	爱荷华大学(Univ Iowa)
8	171	0.06	美国国家过敏和传染病研究所(NIAID)
9	168	0.04	宾夕法尼亚大学(Univ Penn)
10	163	0.02	中国农业科学院(Chinese Acad Agr Sci)

2.4 期刊发文量与期刊共引统计结果显示,有 2048 种学术期刊发表了 13959 篇冠状病毒相关文献。在发表文献数量前 10 名的期刊中(表 3),《病毒学杂志》(Journal of Virology, 1166 篇, 8.35%)发表文献数量最多,其次是《病毒学》(Virology, 516 篇, 3.70%)、《实验医学与生物学进展》(Advances in Experimental Medicine and Biology, 371 篇, 2.66%)、《普通病毒学杂志》(Journal of General Virology, 338 篇, 2.42%)和《病毒学档案》(Archives of Virology, 271 篇, 1.94%)。

选取 1968-2019 年期间每一年中被引次数最高的前 100 篇文献,加载至 CiteSpaceV 软件后生成期刊共引网络,其由 291 个网络节点和 2294 条连接线组成。如图 5 所示,发表冠状病毒相关文献的期刊之间存在广泛地引用关系。

在期刊共引前 10 名中(表 4),影响因子(IF 2019)为 5.168 的《病毒学杂志》在冠状病毒研究方面的被引频率最大,其次是《病毒学》《美国科学院学报》《普通病毒学杂志》和《科学》。

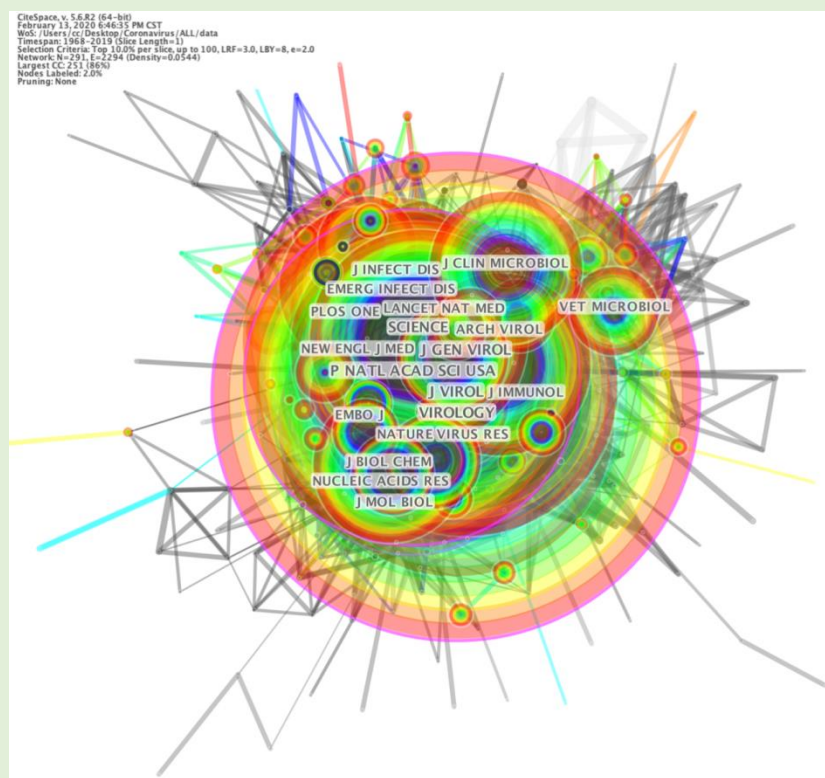


图 5 期刊共引网络的可视化图谱

Fig.5 A visualization of the journal co-citation network

网络节点越大示该期刊被引频率越高;连接线示期刊之间存在引用关系;图谱中颜色越暖示离当前时间越近。

表 3 发表文献数量最多的 10 种期刊

Tab.3 The top 10 most productive journals

排名	期刊名称	文献数量(篇)	占比(%)	影响因子
1	病毒学杂志(Journal of Virology)	1166	8.35	4.324
2	病毒学(Virology)	516	3.7	2.657
3	实验医学与生物学进展(Advances in Experimental	371	2.66	2.126
4	普通病毒学杂志(Journal of General Virology)	338	2.42	2.809
5	病毒学档案(Archives of Virology)	271	1.94	2.261
6	新发传染病(Emerging Infectious Diseases)	245	1.76	7.185
7	病毒研究(Virus Research)	244	1.75	2.736
8	公共科学图书馆: 综合(PLoS One)	240	1.72	2.776
9	兽医微生物学(Veterinary Microbiology)	201	1.44	2.791
10	病毒学方法杂志(Journal of Virological Methods)	170	1.22	1.746

表 4 共引次数最多的 10 种期刊

Tab.4 Top 10 most cited journals with co-citation count

排名	被引频率	期刊名称	影响因子
1	8405	病毒学杂志(Journal of Virology)	4.324
2	6208	病毒学(Virology)	2.657
3	6117	美国科学院学报(P Natl Acad Sci USA)	9.580
4	5767	普通病毒学杂志(Journal of General Virology)	2.809
5	4970	科学(Science)	41.037
6	4835	自然(Nature)	43.070
7	4643	新英格兰医学杂志(New Engl J Med)	70.670
8	4038	柳叶刀(Lancet)	59.102
9	3833	新发传染病(Emerg Infect Dis)	7.185
10	3686	病毒学档案(Arch Virol)	2.261

2.5 研究者发文量与研究者共引统计结果显示, 共有 35039 名研究者参与了冠状病毒相关研究。研究者发表文献的数量(表 5), YuenKY 排在第一位(216 篇), 其次是 Perlman S(187 篇)、Enjuanes L(176 篇)、Baric RS(171 篇)和 Weiss SR(150 篇)。

选取 1968–2019 年期间每一一年中被引次数最高的前 100 篇文献, 加载至 CiteSpaceV 软件生成研究者共引网络, 其由 943 个网络节点和 7971 条连接线组成(图 6)。如图 6 所示, 冠状病毒研究者之间存在广泛地引用关系。

在研究者共引前 10 名中(表 6), PeirisJSM 被引频率最高, 其次是 DrostenC、KsiazekTG、WooPCY 和 LaiMMC。

表 5 发表文献数量最多的 10 名研究者

Tab.5The top 10 most productive author

排名	研究者	文献数量(篇)
1	Yuen KY	216
2	Perlman S	187
3	Enjuanes L	176
4	Baric RS	171
5	Weiss SR	150
6	Drosten C	145
7	Rottier PJM	134
8	Woo PCY	128
9	Chan KH	122
10	Lau SKP	119

表 6 共引次数最多的 10 名研究者

Tab.6Top 10 most cited authors with co-citation Count.

排名	被引频率	研究者
1	2001	Peiris JSM
2	1983	Drosten C
3	1465	Ksiazek TG
4	1332	Woo PCY

5	1282	Lai MMC
6	1273	Rota PA
7	1212	Cavanagh D
8	1152	Zaki AM
9	1054	Marra MA
10	1001	Lau SKP

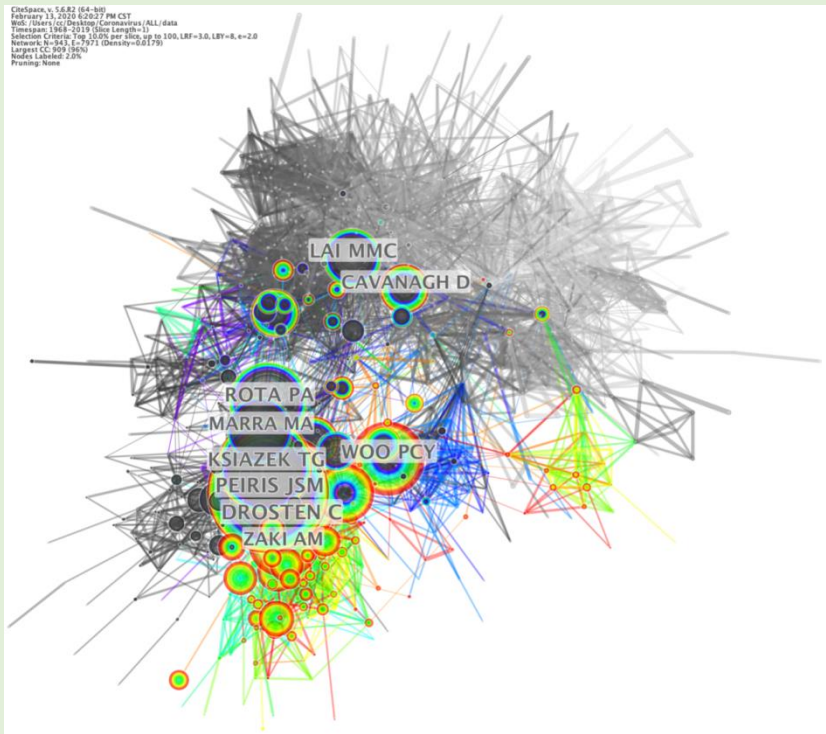


图 6 研究者共引网络的可视化图谱

Fig.6 A visualization of the authors co-citation network

网络节点越大示该研究者被引频率越高；连接线示研究者之间存在引用关系；图谱中颜色越暖示离当前时间越近。

2.6 文献共引分析选取 2010–2019 年期间每一一年中被引次数最高的前 100 篇文献，构建当年的共被引网络，将每年的共被引网络合成，得到文献共引网络图谱(图 7)。其由 452 个网络节点、2400 条连接线和 12 个主要聚类组成。

12 个主要聚类详细信息中(表 7)，最大的聚类#0 被标记为“MERS-CoV 感染(MERS-CoV infection)”；紧密度最高的聚类#8 被标记为“流行性腹泻病毒(epidemic diarrhea virus)”；时间最晚的聚类#13 被标记为“中国西南(southwestern China)”。

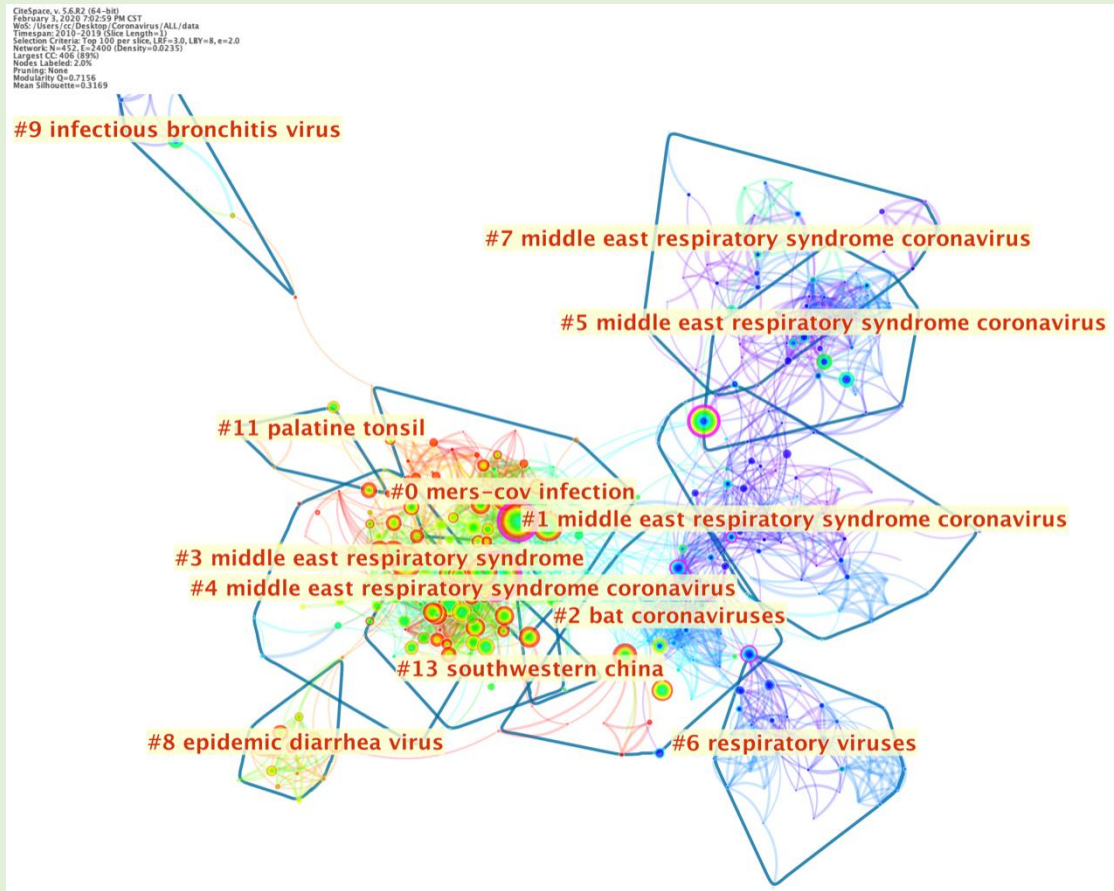


图7 冠状病毒相关文献共引网络图谱(2010-2019年)

Fig.7 Co-citation map of references from publication on coronavirus research from 2010 to 2019

表7 冠状病毒相关文献共引聚类

Tab.7 Details of the 12 clusters on coronavirus research

聚类编号	大小	轮廓值	平均发表年份	聚类标签(LLR)
0	68	0.702	2013	MERS-CoV 感染(MERS-CoV infection)
1	58	0.829	2005	中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus)
2	49	0.796	2009	蝙蝠冠状病毒(bat coronaviruses)
3	45	0.809	2014	中东呼吸综合征(Middle East respiratory syndrome)
4	43	0.755	2014	中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus)

5	42	0.878	2006	中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus)
6	34	0.983	2006	呼吸道病毒(respiratory viruses)
7	32	0.931	2006	中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus)
8	14	0.994	2013	流行性腹泻病毒(epidemic diarrhea virus)
9	9	0.987	2008	传染性支气管炎病毒(infectious bronchitis virus)
11	7	0.965	2014	腭扁桃体(palatine tonsil)
13	5	0.948	2015	中国西南(southwestern China)

2.7 关键词分析选取 2010–2019 年期间每一年中被引次数最高的前 100 篇文献突现关键词，加载至 CiteSpaceV 软件生成突现关键词图谱(图 8)。其由 156 个网络节点、1046 条连接线和 19 个突现关键词组成。

19 个突现关键词详细信息如表 8 所示，在 2019 年仍然有 10 个突现关键词，按照突现强度排列包括：“SARS 冠状病毒(SARS-CoV, 8.31)”、“传染病(infectious disease, 8.01)”、“冠状病毒 S 蛋白(coronavirus spike protein, 7.12)”、“核因子 κ B(NF-kappa B, 7.12)”、“中国(China, 7.10)”、“单克隆抗体(monoclonal antibody, 5.05)”、“MERS 病毒感染(MERS-CoV infection, 4.22)”、“遗传多样性(genetic diversity, 3.93)”、“猫(cat, 3.34)”和“埃博拉病毒(Ebola virus, 3.26)”。

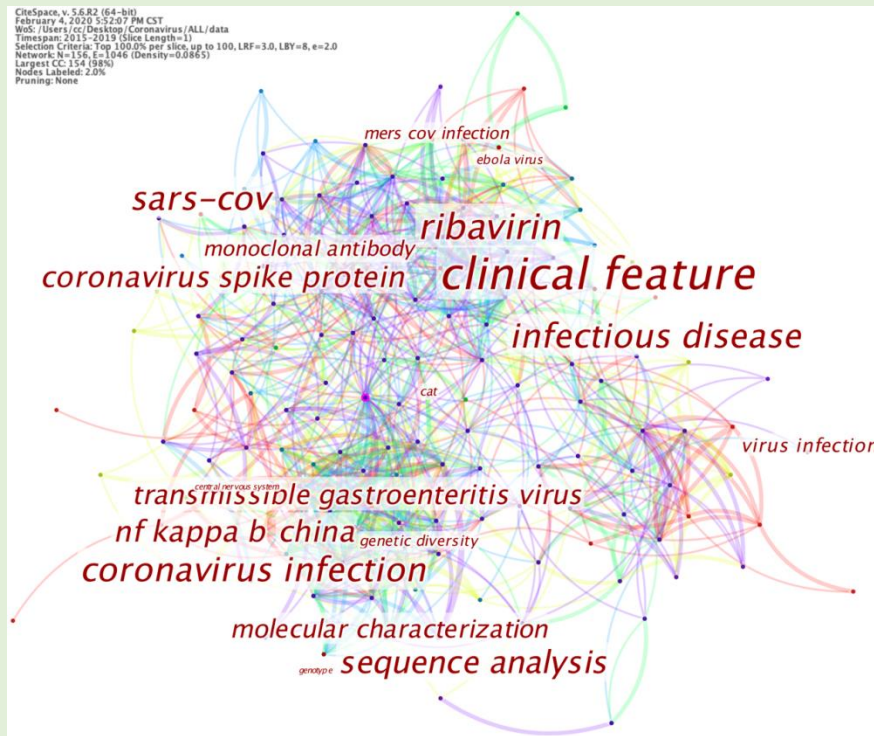


图 8 冠状病毒相关文献中突现关键词网络图谱(2015-2019 年)

Fig.8 The map of burst keywords from publication on coronavirus research from 2015 to 2019

关键词字体越大示突现强度越大。

表 8 19 个突现关键词(2015-2019 年)

Tab.8 Top 19 keywords with the strongest citation bursts from 2015 to 2019

突现关键词	强度	开始	结束	2015-2019
临床特征(clinical feature)	10.6481	2015	2016	
利巴韦林(ribavirin)	8.8684	2015	2016	
SARS 冠状病毒(SARS-CoV)	8.3124	2017	2019	
冠状病毒感染(coronavirus infection)	8.2756	2015	2016	
传染病(infectious disease)	8.0148	2017	2019	
序列分析(sequence analysis)	7.683	2015	2016	
冠状病毒 S 蛋白(coronavirus spike protein)	7.1222	2017	2019	
核因子 κ B(NF-kappa B)	7.1222	2017	2019	
中国(China)	7.1015	2017	2019	
传染性胃肠炎病毒(transmissible gastroenteritis virus)	6.8558	2016	2017	
分子表征(molecular characterization)	6.4554	2016	2017	

单克隆抗体(monoclonal antibody)	5.054	2017	2019	
病毒感染(virus infection)	4.8628	2015	2016	
MERS 病毒感染(MERS-CoV infection)	4.2241	2017	2019	
遗传多样性(genetic diversity)	3.9357	2017	2019	
猫(cat)	3.3408	2017	2019	
埃博拉病毒(Ebola virus)	3.2633	2016	2019	
中枢神经系统(central nervous system)	2.4041	2015	2016	
基因型(genotype)	2.0068	2016	2017	

蓝线示时间间隔；红线示突现关键字的时间区间

3 讨论

3.1 一般数据根据每年度文献发表数量，目前可将冠状病毒研究分为 3 个阶段。第 1 阶段(1968–2003 年)可视为冠状病毒研究的初始阶段，该阶段相关文献的数量增长缓慢；第 2 阶段(2004–2012 年)，冠状病毒相关文献数量随 SARS 暴发急剧增加，随后略微回跌，但文献数量仍多于第 1 阶段。该阶段可视为冠状病毒研究的第 1 个黄金发展时期；第 3 阶段(2013–2019 年)，冠状病毒相关文献数量随 MERS 出现快速增加。该阶段可视为冠状病毒研究的第 2 个黄金发展时期。由此，笔者预计，2019 年新型冠状病毒肺炎（novel corona virus disease 2019, COVID-2019）疫情暴发后会迎来冠状病毒研究的又一个黄金发展时期。

在发表文献数量前 10 名的国家中(亚洲 4 个国家、欧洲 4 个国家、北美洲 2 个国家)，美国排名第一，中国排名第二且是唯一一个发展中国家。香港大学是发表文献最多的机构，亦是与其他机构建立合作关系最为紧密的机构。在发表文献数量前 10 名的期刊中，其发表文献数量占总量的 26.95%，但仅《新发传染病》(*Emerging Infectious Diseases*, IF2019 为 7.185) 影响因子超过 5.000，其余期刊影响因子均为 1.000~5.000。表明研究者在高影响因子期刊上发表冠状病毒相关文献具有挑战性。

3.2 共引数据在发表文献数量前 10 名的研究者中，每名研究者发表了 ≥ 119 篇文献。因此，他们可被认定为“高产研究者”。然而，这些高产研究者中仅有 3 名进入共引次数前 10 名。在研究者共引中，Peiris JSM 提出了冠状病毒可能是导致 SARS 的原因^[6]；Drosten C 报告了利用细胞培养和分子技术从 SARS 患者的临床标本中完成了新型冠状病毒的鉴定^[7]；Ksiazek TG 明确提出新型冠状病毒在 SARS 中具有致病作用，并命名了第 1 个与 SARS 相关的冠状

病毒分离株^[8]。虽然这些研究者中仅 DrostenC 属于高产研究者，但其余非高产研究者对冠状病毒研究亦做出了重要贡献。

根据文献共引分析得到的文献共被引聚类中，时间最晚(2015年)的聚类#13(Southwestern China)引起了笔者的注意。该聚类中排名第一的文献题为《在中国西南地区少量马蹄蝙蝠中发现的新型冠状病毒和遗传分析》^[9]，明确提出马蹄蝙蝠携带着遗传上类似 SARS 的冠状病毒。由于蝙蝠冠状病毒之间重组的可能性很高，将来可能会出现其他类似蝙蝠 SARS 的冠状病毒。为了更好地预测并预防蝙蝠起源的冠状病毒引起的疾病，有必要保持对蝙蝠冠状病毒的长期监测。值得一提的是，该聚类中另一篇文献《中国蝙蝠冠状病毒》由 Fan 等^[10]于 2019 年 3 月发表于 *Viruses*，指出很有可能未来的 SARS 或 MERS 样冠状病毒暴发将源于蝙蝠，且在中国发生的可能性更大。因此，关于蝙蝠冠状病毒的研究已成为检测预警信号的紧迫问题。结合当前的 COVID-19 疫情，笔者发现这两篇文献具有很强的前瞻性。但令人遗憾的是，这些文献提出的观点在当时并未引起足够的重视。

3.3 研究前沿突现关键词提供了对研究前沿的合理预测^[11]。通过检测突现关键词，可发现该研究领域中发展迅速的课题^[12]。本研究应用 CiteSpace V 软件锁定 2015–2019 年冠状病毒的研究前沿。按照突现强度排列，至 2019 年冠状病毒研究的三大前沿如下。①SARS-CoV: SARS 于 2002 年底在中国首次发生，并扩散至东南亚乃至全球。SARS-CoV 具有极强的传播力和较高的致死率。由于没有特定的抗病毒药物，SARS 的救治给医护人员带来了难题，也给人类卫生安全带来了重大挑战。因此，有研究人员进行系统回顾，试图梳理出对抗新型冠状病毒的最新措施^[1]，总结冠状病毒的流行病学、病毒学、临床特征和最佳治疗策略^[13]。而部分研究者致力于研究 SARS-CoV 的起源和演变，并强调为未来类似 SARS 样疾病的出现做好准备的必要性^[14]。②传染病：在人满为患的急诊室中，患者所携带的 MERS-CoV 传播潜力增加^[15]，为全世界医疗机构预防和控制此类传染病增加了难度。研究表明，60%~80% 的新出现的人类传染病(EID)源自野生生物^[16]。Wu 等^[17]于 2016 年首次报道了许多新型蝙蝠病毒，并发现了一些与已知的人类或动物病原体密切相关的蝙蝠病毒。③冠状病毒 S 蛋白 (coronavirus spike protein): 冠状病毒进入细胞是由跨膜 S 糖蛋白介导的。Walls 等^[18]观察到了冠状病毒 S 蛋白三聚体的低温电子显微镜结构。Haagmans 等^[19]提出可用 MERS-CoV S 蛋白的改良痘苗病毒疫苗赋予单峰骆驼黏膜免疫力。Kirchdoerfer 等^[20]介绍了人冠状病毒 S 蛋白融合前的结构，为基于 β -冠状病毒疫苗免疫原的结构设计奠定基础。

本研究有助于研究者了解冠状病毒的研究趋势。美国、中国和德国是进行冠状病毒研究的主要国家；西方国家之间的合作较为紧密，特别是美国占主导地位。香港大学是发表冠

病毒相关文献最多的机构，亦是与其他机构建立合作关系最为紧密的机构。发表文献居前三位的期刊是《病毒学杂志》《病毒学》和《实验医学与生物学进展》。PeirisJSM、DrostenC和 KsiazekTG 可能是冠状病毒研究领域合作的好人选。SARS-CoV、传染病、冠状病毒 S 蛋白可能是研究前沿，相关研究可能在未来几年深入这些领域。

从 WoS 核心数据库中检索和收集了冠状病毒相关文献的数据，数据分析较全面客观。WoS 核心数据库可提供较为详细的数据(如国家和机构信息、期刊来源、作者信息等)，研究者对此可有一个较全面地把握。然而，本研究存在一定的局限性。第一，该数据库中的大多数出版物是英文的，非英语文献很少；部分数据库(如 PubMed、Scopus 和 Google Scholar)未进行分析。第二，分析软件可处理的数据类型有限，本研究仅选取 WoS 数据库中核心合集的文献作为数据来源，未来研究可进一步丰富数据来源。第三，本研究仅对 1968-2019 年的国际文献研究趋势与特点进行讨论，下一步研究可结合国内的冠状病毒研究作进一步分析和对比。第四，文献计量分析的结果与实际研究情况仍存在差异，因为近期发表的部分文献的引用率并不高。所有数据均于 2020 年 2 月 2 日检索，但未纳入 2020 年相关文献。尽管如此，本研究包含了 1968 年以来的绝大多数文献，少量新数据可能不会改变结论。

【参考文献】

- [1] de Wit E, van Doremalen N, Falzarano D, *et al.* SARS and MERS: recent insights into emerging coronaviruses[J]. *Nat Rev Microbiol*, 2016, 14(8): 523.
- [2] Su S, Wong G, Shi W, *et al.* Epidemiology, genetic recombination, and pathogenesis of coronaviruses[J]. *Trends Microbiol*, 2016, 24(6): 490-502.
- [3] Tang B, Wang X, Li Q, *et al.* Estimation of the transmission risk of the 2019-nCoV and its implication for public health interventions[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(2): 462.
- [4] 靳英辉,蔡林,程真顺,等.新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎诊疗快速建议指南(标准版)[J/OL].解放军医学杂志, 2020: 1-20. [Jin YH, Cai L, Cheng ZS, *et al.* A rapid advice guideline for the diagnosis and treatment of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infected pneumonia (Standard version)[J/OL].*Mil Med Res*, 2020,7: 4.]
- [5] Chen C. Science mapping: a systematic reEeview of the literature[J]. *J Data Inf Sci*, 2017, 2(2): 1-40.
- [6] Peiris JSM, Lai ST, Poon LL. Coronavrlrus as a possible cause of severe a cute respiratory syndrome[J]. *Lancet*, 2003, 361(9366): 1319-1325.
- [7] Drosten C, Günther S, Preiser W, *et al.* Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome[J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(20): 1967-1976.

-
- [8]Ksiazek TG, Erdman D, Goldsmith CS, *et al.* A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome[J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(20): 1953-1966.
- [9]Wang L, Fu S, Cao Y, *et al.* Discovery and genetic analysis of novel coronaviruses in least horseshoe bats in southwestern China[J]. *Emerging Microbes Infect*, 2017, 6(1): 1-8.
- [10] Fan Y, Zhao K, Shi ZL, *et al.* Bat Coronaviruses in China[J]. *Viruses*, 2019, 11(3): 210.
- [11] Chen C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. *J Am Soc Inf Sci Technol*, 2006, 57(3): 359-377.
- [12] Chen C, Dubin R, Kim MC. Emerging trends and new developments in regenerative medicine: a scientometric update (2000–2014)[J]. *Expert Opin Biol Ther*, 2014, 14(9): 1295-1317.
- [13] Zumla A, Chan JFW, Azhar EI, *et al.* Coronaviruses-drug discovery and therapeutic options[J]. *Nat Rev Drug Discovery*, 2016, 15(5): 327.
- [14] Hu B, Zeng LP, Yang XL, *et al.* Discovery of a rich gene pool of bat SARS-related coronaviruses provides new insights into the origin of SARS coronavirus[J]. *PLoS Pathog*, 2017, 13(11): e1006698.
- [15] Cho SY, Kang JM, Ha YE, *et al.* MERS-CoV outbreak following a single patient exposure in an emergency room in South Korea: an epidemiological outbreak study[J]. *Lancet*, 2016, 388(10048): 994-1001.
- [16] Jones KE, Patel NG, Levy MA, *et al.* Global trends in emerging infectious diseases[J]. *Nature*, 2008, 451(7181): 990-993.
- [17] Wu Z, Yang L, Ren X, *et al.* Deciphering the bat virome catalog to better understand the ecological diversity of bat viruses and the bat origin of emerging infectious diseases[J]. *ISME J*, 2016, 10(3): 609-620.
- [18] Walls AC, Tortorici MA, Bosch BJ, *et al.* Cryo-electron microscopy structure of a coronavirus spike glycoprotein trimer[J]. *Nature*, 2016, 531(7592): 114-117.
- [19] Haagmans BL, van den Brand JMA, Raj VS, *et al.* An orthopoxvirus-based vaccine reduces virus excretion after MERS-CoV infection in dromedary camels[J]. *Science*, 2016, 351(6268): 77-81.
- [20] Kirchdoerfer RN, Cottrell CA, Wang N, *et al.* Pre-fusion structure of a human coronavirus spike protein[J]. *Nature*, 2016, 531(7592): 118-121.

(收稿日期：2020-02-05；修回日期：2020-02-22)

(责任编辑：熊晓然，纪方方)