

免疫学

(Immunology)

一、高被引和热点论文

表 1 为免疫学领域 2021-2025 年高被引论文情况，每年按被引频次选取前 20 篇高被引论文，5 年共计 100 篇，其中同时是热点论文的文献，已在表格“序号”后标注“*”以作区分。

在筛选出的 100 篇高被引论文中，主要发表于 *Cellular & Molecular Immunology*、*Nature Reviews Immunology*、*Immunity*、*Nature Immunology*、*Annual Review of Immunology* 等免疫学领域的顶级期刊，此外也涵盖了 *Frontiers in Immunology*、*Clinical Infectious Diseases*、*Journal of Neuroinflammation*、*Allergy*、*Virulence*、*Vaccines*、*HLA*、*Journal of Inflammation Research* 等其他高水平期刊。

表 1 2021-2025 年免疫学领域高被引论文

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
1*	NF- κ B in inflammation and cancer	NF- κ B 在炎症与癌症中的作用	Cellular & Molecular Immunology	Review	2025
2*	Type 2 immunity in allergic diseases	过敏性疾病中的 2 型免疫	Cellular & Molecular Immunology	Review	2025
3*	Regulation of cGAS-STING signalling and its diversity of cellular outcomes	cGAS-STING 信号通路的调控及其细胞结局多样性	Nature Reviews Immunology	Review	2025
4*	NLRP3 inflammasome in neuroinflammation and central nervous system diseases	NLRP3 炎症小体在神经炎症及中枢神经系统疾病中的作用	Cellular & Molecular Immunology	Review	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
5*	Lactate: A key regulator of the immune response	乳酸：免疫反应的关键调控因子	Immunity	Review	2025
6*	Cancer immune evasion, immunoediting and intratumour heterogeneity	癌症免疫逃逸、免疫编辑与瘤内异质性	Nature Reviews Immunology	Review	2025
7*	The Fourth International Consensus Guidelines on the Management of Cytomegalovirus in Solid Organ Transplantation	第四版国际实体器官移植巨细胞病毒管理共识指南	Transplantation	Article	2025
8	Impact of an international HIV funding crisis on HIV infections and mortality in low-income and middle-income countries: a modelling study	国际 HIV 资金危机对低收入和中等收入国家 HIV 感染及死亡率影响的模型研究	Lancet HIV	Article	2025
9*	Updated insights into the molecular networks for NLRP3 inflammasome activation	NLRP3 炎症小体激活分子网络的新见解	Cellular & Molecular Immunology	Review	2025
10	Medicinal plants: bioactive compounds, biological activities, combating multidrug-resistant microorganisms, and human health benefits - a comprehensive review	药用植物：生物活性化合物、生物活性、抗多重耐药微生物作用及人类健康益处——综合评述	Frontiers in Immunology	Review	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
11*	Mitochondrial DNA released by senescent tumor cells enhances PMN-MDSC-driven immunosuppression through the cGAS-STING pathway	衰老肿瘤细胞释放的线粒体 DNA 通过 cGAS-STING 通路增强 PMN-MDSC 驱动的免疫抑制	Immunity	Article	2025
12*	Antigen presentation by tumor-associated macrophages drives T cells from a progenitor exhaustion state to terminal exhaustion	肿瘤相关巨噬细胞的抗原呈递驱动 T 细胞从祖细胞耗竭状态向终末耗竭转化	Immunity	Article	2025
13	Impact of lactate on immune cell function in the tumor microenvironment: mechanisms and therapeutic perspectives	乳酸在肿瘤微环境中对免疫细胞功能的影响：机制与治疗展望	Frontiers in Immunology	Review	2025
14*	Regulation of the cGAS-STING Pathway	cGAS-STING 通路的调控	Annual Review of Immunology	Review	2025
15	Foodborne Illness Acquired in the United States- Major Pathogens, 2019	2019 年美国食源性疾病——主要病原体	Emerging Infectious Diseases	Article	2025
16	Microbial dysbiosis in periodontitis and peri-implantitis: pathogenesis, immune responses, and therapeutic	牙周炎和种植体周围炎的微生物失调：发病机制、免疫应答与治疗	Frontiers in Cellular and Infection Microbiology	Review	2025
17	Alternations of the gut microbiota and the Firmicutes/Bacteroidetes ratio after biologic treatment in inflammatory bowel disease	炎症性肠病生物治疗后肠道菌群及厚壁菌门/拟杆菌门比值的改变	Journal of Microbiology Immunology and Infection	Article	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
18	Tumor-associated lymphatic vessel density is a postoperative prognostic biomarker of hepatobiliary cancers: a systematic review and meta-analysis	肿瘤相关淋巴管密度作为肝胆癌术后预后生物标志物：系统评价与荟萃分析	Frontiers in Immunology	Review	2025
19*	Beyond the gut: decoding the gut-immune-brain axis in health and disease	超越肠道：解码健康与疾病中的肠-免疫-脑轴	Cellular & Molecular Immunology	Review	2025
20	The Benefits and Safety of Monoclonal Antibodies: Implications for Cancer Immunotherapy	单克隆抗体的获益与安全性：对癌症免疫治疗的启示	Journal of Inflammation Research	Review	2025
21	Short-chain fatty acids: linking diet, the microbiome and immunity	短链脂肪酸：连接饮食、微生物组与免疫	Nature Reviews Immunology	Review	2024
22*	Infectious Diseases Society of America 2024 Guidance on the Treatment of Antimicrobial-Resistant Gram-Negative Infections	美国感染病学会 2024 年抗菌药物耐药革兰阴性菌感染治疗指南	Clinical Infectious Diseases	Review; Early Access	2024
23	Macrophage polarization: an important role in inflammatory diseases	巨噬细胞极化：在炎症性疾病中的重要作用	Frontiers in Immunology	Review	2024
24*	Neuroinflammation in Alzheimer disease	阿尔茨海默病中的神经炎症	Nature Reviews Immunology	Review	2025
25	Review Decoding Toll-like receptors: Recent insights and perspectives in innate immunity	解读 Toll 样受体：先天免疫的新见解与展望	Immunity	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
26*	Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Clade 2.3.4.4b Virus Infection in Domestic Dairy Cattle and Cats, United States, 2024	2024 年美国高致病性禽流感 A(H5N1) 分支 2.3.4.4b 病毒在 domestic 奶牛和猫中的感染	Emerging Infectious Diseases	Article	2024
27	DAMPs and DAMP-sensing receptors in inflammation and diseases	炎症与疾病中的 DAMPs 及 DAMP 感应受体	Immunity	Review	2024
28	Strategies for targeting cytokines in inflammatory bowel disease	炎症性肠病中靶向细胞因子的策略	Nature Reviews Immunology	Review	2024
29	25 years of the IPD-IMGT/HLA Database	IPD-IMGT/HLA 数据库 25 周年	HLA	Review	2024
30	The pathophysiology of sepsis and precision-medicine-based immunotherapy	脓毒症的病理生理学及基于精准医学的免疫治疗	Nature Immunology	Review	2024
31*	CAR-T and CAR-NK as cellular cancer immunotherapy for solid tumors	CAR-T 和 CAR-NK 作为实体瘤细胞癌免疫治疗	Cellular & Molecular Immunology	Review	2024
32	T Cell Exhaustion	T 细胞耗竭	Annual Review of Immunology	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
33	Atopic dermatitis (eczema) guidelines: 2023 American Academy of Allergy, Asthma and Immunology/American College of Allergy, Asthma and Immunology Joint Task Force on Practice Parameters GRADE - and Institute of Medicine - based recommendations	特应性皮炎（湿疹）指南：2023 年美国过敏、哮喘与免疫学学会/美国过敏、哮喘与免疫学学院联合工作组基于 GRADE 和医学研究所的建议	Annals of Allergy Asthma & Immunology	Article	2024
34*	Glucose-driven histone lactylation promotes monocyte-derived macrophages in glioblastoma	葡萄糖驱动的组蛋白乳酸化促进胶质母细胞瘤中单核细胞来源的巨噬细胞	Immunity	Article	2024
35	Anti-Amyloid Monoclonal Antibodies for the Treatment of Alzheimer's Disease	抗淀粉样蛋白单克隆抗体用于阿尔茨海默病的治疗	Biodrugs	Review	2024
36	Cancer cell metabolism and antitumour immunity	癌细胞代谢与抗肿瘤免疫	Nature Reviews Immunology	Review	2024
37	New frontiers in the cGAS-STING intracellular DNA-sensing pathway	cGAS-STING 胞内 DNA 感知通路的新前沿	Immunity	Review	2024
38	Immunotherapy for glioblastoma: current state, challenges, and future perspectives	胶质母细胞瘤的免疫治疗：现状、挑战与未来展望	Cellular & Molecular Immunology	Review	2024
39	The Immunology of Psoriasis-Current Concepts in Pathogenesis	银屑病免疫学——发病机制的当前概念	Clinical Reviews in Allergy & Immunology	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
40	Long COVID manifests with T cell dysregulation, inflammation and an uncoordinated adaptive immune response to SARS-CoV-2	长期新冠表现为T细胞失调、炎症及对SARS-CoV-2 适应性免疫应答不协调	Nature Immunology	Article	2024
41	Structural Mechanisms of NLRP3 Inflammasome Assembly and Activation	NLRP3 炎症小体组装与激活的结构机制	Annual Review of Immunology	Review	2023
42	The cancer-immunity cycle: Indication, genotype, and immunotype	癌症-免疫循环：指征、基因型和免疫类型	Immunity	Review	2023
43	Genetics of circulating inflammatory proteins identifies drivers of immune-mediated disease risk and therapeutic targets	循环炎症蛋白的遗传学研究揭示免疫介导疾病风险驱动因素及治疗靶点	Nature Immunology	Article	2023
44	The 2023 Duke-International Society for Cardiovascular Infectious Diseases Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria	2023 年 Duke-国际心血管感染性疾病学会感染性心内膜炎诊断标准：更新改良 Duke 标准	Clinical Infectious Diseases	Article	2023
45	Understanding bacterial biofilms: From definition to treatment strategies	理解细菌生物被膜：从定义到治疗策略	Frontiers in Cellular and Infection Microbiology	Review	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
46	Withaferin A suppressed hepatocellular carcinoma progression through inducing IGF2BP3/FOXO1/JAK2/STAT3 pathway-mediated ROS production	Withaferin A 通过诱导 IGF2BP3/FOXO1/JAK2/STAT3 通路介导的 ROS 产生抑制肝细胞癌进展	Immunopharmacology and Immunotoxicology	Article	2024
47	Infectious Diseases Society of America 2023 Guidance on the Treatment of Antimicrobial Resistant Gram-Negative Infections	美国感染病学会 2023 年抗菌药物耐药革兰阴性菌感染治疗指南	Clinical Infectious Diseases	Article; Early Access	2023
48	Dendritic cell subsets in cancer immunity and tumor antigen sensing	树突状细胞亚群在癌症免疫和肿瘤抗原感应中的作用	Cellular & Molecular Immunology	Review	2023
49	The chemokines CXCL8 and CXCL12: molecular and functional properties, role in disease and efforts towards pharmacological intervention	趋化因子 CXCL8 和 CXCL12: 分子与功能特性、疾病中的作用及药物干预努力	Cellular & Molecular Immunology	Review	2023
50	Gasdermin D permeabilization of mitochondrial inner and outer membranes accelerates and enhances pyroptosis	Gasdermin D 对线粒体内外膜的透化加速并增强焦亡	Immunity	Article	2023
51	Tissue-specific macrophages: how they develop and choreograph tissue biology	组织特异性巨噬细胞: 如何发育并协调组织生物学	Nature Reviews Immunology	Review; Early Access	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
52	Cancer immunotherapies: advances and bottlenecks	癌症免疫治疗：进展与瓶颈	Frontiers in Immunology	Review	2023
53	Targeting IL-6 trans-signalling: past, present and future prospects	靶向 IL-6 反式信号：过去、现在与未来展望	Nature Reviews Immunology	Review	2023
54	Tau and neuroinflammation in Alzheimer's disease: interplay mechanisms and clinical translation	Tau 蛋白与阿尔茨海默病中的神经炎症：相互作用机制及临床转化	Journal of Neuroinflammation	Review	2023
55	Life expectancy after 2015 of adults with HIV on long-term antiretroviral therapy in Europe and North America: a collaborative analysis of cohort studies	2015 年后欧洲和北美接受长期抗逆转录病毒治疗的成人 HIV 感染者预期寿命：队列研究协作分析	Lancet HIV	Article	2023
56	The multifaceted nature of IL-10: regulation, role in immunological homeostasis and its relevance to cancer, COVID-19 and post-COVID conditions	IL-10 的多面性：调控、在免疫稳态中的作用及其与癌症、COVID-19 和新冠后遗症的关联	Frontiers in Immunology	Review	2023
57	Toll-like receptor 4 (TLR4): new insight immune and aging	Toll 样受体 4 (TLR4)：免疫与衰老的新见解	Immunity & Ageing	Review	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
58	IWGDF/IDSA Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Diabetes-related Foot Infections (IWGDF/IDSA 2023)	IWGDF/IDSA 2023 年糖尿病相关足部感染诊断与治疗指南	Clinical Infectious Diseases	Article; Early Access	2023
59	CD8+T cells in the cancer-immunity cycle	癌症-免疫循环中的 CD8+T 细胞	Immunity	Review	2023
60	Dietary fiber and SCFAs in the regulation of mucosal immunity	膳食纤维和短链脂肪酸在黏膜免疫调控中的作用	Journal of Allergy and Clinical Immunology	Review	2023
61	Inflammation in obesity, diabetes, and related disorders	肥胖、糖尿病及相关疾病中的炎症	Immunity	Review	2022
62	Immunogenic cell stress and death	免疫原性细胞应激与死亡	Nature Immunology	Review	2022
63	Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis	新冠后综合征中的疲劳和认知障碍：系统评价与荟萃分析	Brain Behavior and Immunity	Review	2022
64	Inflammation and immune dysfunction in Parkinson disease	帕金森病中的炎症与免疫功能障碍	Nature Reviews Immunology	Review	2022
65	Global Prevalence of Post-Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Condition or Long COVID: A Meta-Analysis and Systematic Review	新冠病毒病（COVID-19）后状况或长期新冠的全球患病率：荟萃分析与系统评价	Journal of Infectious Diseases	Review	2022
66	The T cell immune response against SARS-CoV-2	针对 SARS-CoV-2 的 T 细胞免疫应答	Nature Immunology	Review	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
67	The roles of extracellular vesicles in the immune system	细胞外囊泡在免疫系统中的作用	Nature Reviews Immunology	Review	2023
68	Human Inborn Errors of Immunity: 2022 Update on the Classification from the International Union of Immunological Societies Expert Committee	人类先天性免疫错误：国际免疫学会联合会专家委员会 2022 年分类更新	Journal of Clinical Immunology	Article	2022
69	Mitochondrial control of inflammation	线粒体对炎症的调控	Nature Reviews Immunology	Review	2023
70	IL-17 and IL-17-producing cells in protection versus pathology	IL-17 及产生 IL-17 的细胞在保护与病理中的作用	Nature Reviews Immunology	Review	2023
71	Toll-Like Receptor Signaling and Its Role in Cell-Mediated Immunity	Toll 样受体信号通路及其在细胞介导免疫中的作用	Frontiers in Immunology	Review	2022
72	Immunological dysfunction persists for 8 months following initial mild-to-moderate SARS-CoV-2 infection	轻度至中度 SARS-CoV-2 感染初期后 8 个月仍存在免疫功能障碍	Nature Immunology	Article	2022
73	Death by TNF: a road to inflammation	TNF 介导的死亡：炎症之路	Nature Reviews Immunology	Review	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
74	The complex role of tumor-infiltrating macrophages	肿瘤浸润巨噬细胞的复杂作用	Nature Immunology	Review	2022
75	Oxidized DNA fragments exit mitochondria via mPTP- and VDAC-dependent channels to activate NLRP3 inflammasome and interferon signaling	氧化 DNA 片段通过 mPTP 和 VDAC 依赖性通道离开线粒体以激活 NLRP3 炎症小体和干扰素信号	Immunity	Article	2022
76	Regulation of SIRT1 and Its Roles in Inflammation	SIRT1 的调控及其在炎症中的作用	Frontiers in Immunology	Review	2022
77	Role of pyroptosis in inflammation and cancer	焦亡在炎症和癌症中的作用	Cellular & Molecular Immunology	Review	2022
78	Tertiary lymphoid structures generate and propagate anti-tumor antibody-producing cells in renal cell cancer	三级淋巴结构在肾细胞癌中产生并传播抗肿瘤抗体产生细胞	Immunity	Article	2022
79	A guide to antigen processing and presentation	抗原加工与呈递指南	Nature Reviews Immunology	Review	2022
80	Germinal Centers	生发中心	Annual Review of Immunology	Review	2022
81	Necroptosis, pyroptosis and apoptosis: an intricate game of cell death	坏死性凋亡、焦亡与凋亡：细胞死亡的复杂博弈	Cellular & Molecular Immunology	Review	2021
82	The cGAS-STING pathway as a therapeutic target in inflammatory diseases	cGAS-STING 通路作为炎症性疾病的治疗靶点	Nature Reviews Immunology	Review	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
83	Myeloid-derived suppressor cells in the era of increasing myeloid cell diversity	髓系来源抑制细胞在髓系细胞多样性增加时代的研究	Nature Reviews Immunology	Review	2021
84	COVID-19 Vaccine Hesitancy Worldwide: A Concise Systematic Review of Vaccine Acceptance Rates	全球 COVID-19 疫苗犹豫: 疫苗接受率的简明系统评价	Vaccines	Review	2021
85	Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities	牙周病与炎症性共病关联的局部和全身机制	Nature Reviews Immunology	Review	2021
86	NLRP3 inflammasome activation and cell death	NLRP3 炎症小体激活与细胞死亡	Cellular & Molecular Immunology	Review	2021
87	IL-6 in inflammation, autoimmunity and cancer	IL-6 在炎症、自身免疫和癌症中的作用	International Immunology	Review	2021
88	Pathogenicity and virulence of Staphylococcus aureus	金黄色葡萄球菌的致病性与毒力	Virulence	Review	2021
89	The Disproportionate Impact of COVID-19 on Racial and Ethnic Minorities in the United States	COVID-19 对美国种族和少数民族的不成比例影响	Clinical Infectious Diseases	Article	2021
90	IOBR: Multi-Omics Immuno-Oncology Biological Research to Decode Tumor Microenvironment and Signatures	IOBR: 多组学免疫肿瘤生物学研究解码肿瘤微环境与特征	Frontiers in Immunology	Article	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
91	The international EAACI/GA2LEN/Euro GuiDerm/APAAACI guideline for the definition, classification, diagnosis, and management of urticaria	EAACI/GA2LEN/EuroGuiDerm/APAAACI 国际荨麻疹定义、分类、诊断和管理指南	Allergy	Article	2022
92	NLRP3 inflammasome in cancer and metabolic diseases	NLRP3 炎症小体在癌症和代谢性疾病中的作用	Nature Immunology	Review	2021
93	Cytokine release syndrome and associated neurotoxicity in cancer immunotherapy	癌症免疫治疗中的细胞因子释放综合征及相关神经毒性	Nature Reviews Immunology	Review	2022
94	Progress of the COVID-19 vaccine effort: viruses, vaccines and variants versus efficacy, effectiveness and escape	COVID-19 疫苗工作进展：病毒、疫苗和变异株与效力、有效性和免疫逃逸	Nature Reviews Immunology	Article	2021
95	CD8+ T cell differentiation and dysfunction in cancer	癌症中 CD8+T 细胞的分化与功能障碍	Nature Reviews Immunology	Review	2022
96	Cancer Focus Lipid metabolism and cancer	癌症聚焦：脂质代谢与癌症	Journal of Experimental Medicine	Review	2021
97	Does the epithelial barrier hypothesis explain the increase in allergy, autoimmunity and other chronic conditions?	上皮屏障假说能否解释过敏、自身免疫和其他慢性疾病的增加？	Nature Reviews Immunology	Review	2021
98	Cancer Immune Evasion Through Loss of MHC Class I Antigen Presentation	通过 MHC I 类抗原呈递缺失实现的癌症免疫逃逸	Frontiers in Immunology	Review	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
99	The immunology of sepsis	脓毒症免疫学	Immunity	Review	2021
100	An update on the regulatory mechanisms of NLRP3 inflammasome activation	NLRP3 炎症小体激活调控机制的最新进展	Cellular & Molecular Immunology	Review	2021

二、发文量变化趋势

2021-2025 年免疫学领域文献产出整体保持平稳。五年累计收录 242322 篇，年均约 48464 篇，其中 2022 年达到峰值 50399 篇，2023 年回落至阶段低点 46337 篇，此后逐年回升，2024 年增至 47115 篇，2025 年进一步升至 49025 篇。整体来看，各年度论文量分布相对平稳，未出现剧烈波动，且 2023-2025 年的连续上升趋势反映出该领域近年来学术活跃度稳步增强，整体仍具持续、稳健的产出特征。

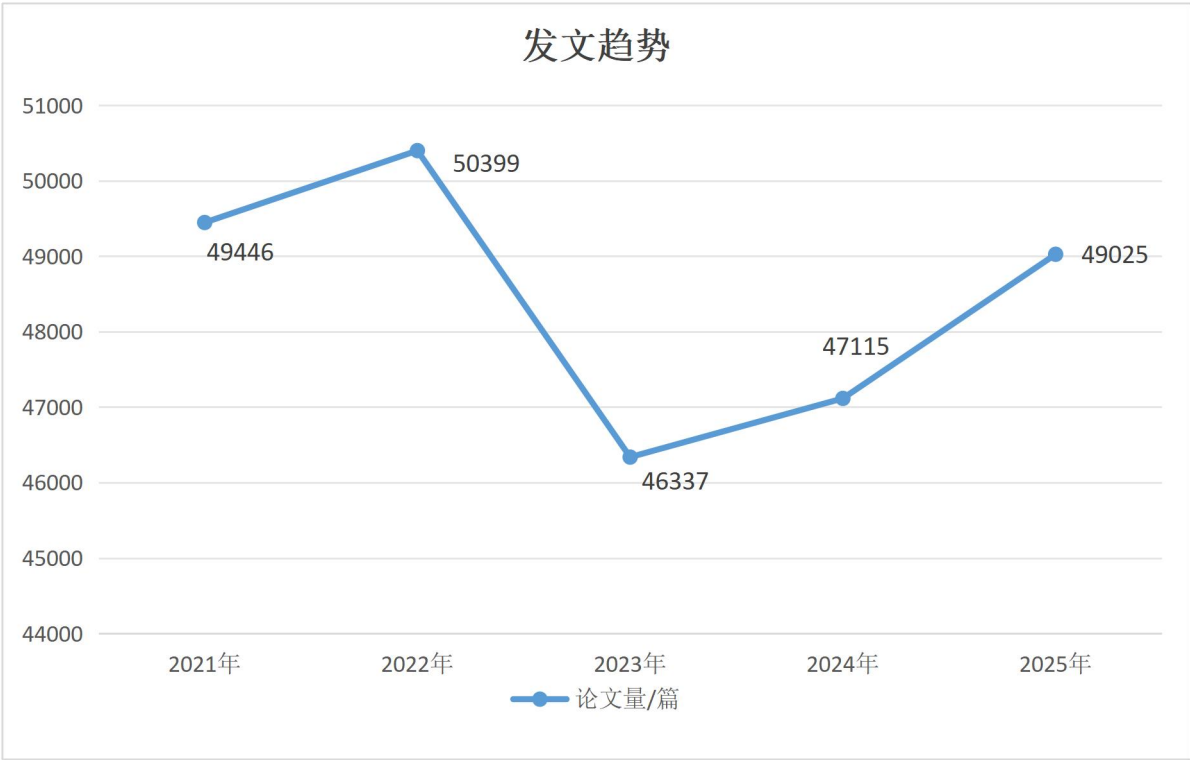


图 1 2021-2025 年免疫学领域发文量变化趋势

三、国家或地区发文情况

为了解各个国家或地区在免疫学领域的研究状况，本文统计了各个国家或地区的发文情况，以反映不同国家或地区的研究能力与学术贡献度。表 2 为 2021-2025 年免疫学领域总论文量前 20 位的国家或地区，同时涵盖其高被引论文与热点论文的相关统计信息。美国以 73043 篇的发文量位居榜首，占比 30.14%，其高被引与热点论文量为 707 篇，高被引占比 42.03%。其次为中国、英国、德国、意大利等，发文量占比分别为 25.37%、6.59%、6.15%、4.85%，对应的高被引占比分别为 36.27%、11.06%、10.40%、7.02%。整体来看，美国在该领域发文量与高被引论文表现均处于绝对领先，显示出其在免疫学领域具备极强的研究实力与学术影响力；中国作为第二大发文主体，发文量（61464 篇）虽与美国存在一定差距，但高被引论文量（610 篇）已极为接近美国（707 篇），且高被引占比（36.27%）显著高于英国（11.06%）、德国（10.40%）等传统科研强国，充分展现出强劲的研究潜力与日益提升的学术贡献度。此外，英国、德国、意大利等欧洲国家同样表现不俗，共同构成该领域多极化发展的重要力量。

表 2 2021-2025 年免疫学领域发文量 Top20 国家/地区

排序	国家/地区	论文量/篇	占比/%	高被引和热点 论文量/篇	高被引占比 /%
1	美国	73043	30.14	707	42.03
2	中国	61464	25.37	610	36.27
3	英国	15969	6.59	186	11.06
4	德国	14891	6.15	175	10.40
5	意大利	11744	4.85	118	7.02
6	法国	10522	4.34	115	6.84
7	西班牙	9901	4.09	83	4.94
8	加拿大	9072	3.74	97	5.77
9	日本	8927	3.68	66	3.92

排序	国家/地区	论文量/篇	占比/%	高被引和热点论文量/篇	高被引占比/%
10	印度	8863	3.66	46	2.74
11	澳大利亚	8002	3.30	97	5.77
12	荷兰	7089	2.93	83	4.94
13	瑞士	6086	2.51	86	5.11
14	巴西	5831	2.41	37	2.20
15	韩国	5404	2.23	32	1.90
16	瑞典	4325	1.79	54	3.21
17	比利时	3905	1.61	62	3.69
18	伊朗	3674	1.52	32	1.90
19	波兰	3260	1.35	29	1.72
20	南非	3196	1.32	24	1.43

四、论文机构分布

2021-2025 年免疫学领域的全球科研产出呈现出美国绝对主导、欧洲多国协同的竞争格局，顶尖机构主要由国际顶尖高校系统、知名医疗中心与国家级科研院所构成。美国机构在前 20 强中占据 13 席。加州大学系统（University of California System）以 7407 篇高居首位；哈佛大学（Harvard University）以 7088 篇位列第二，其附属机构哈佛大学医疗附属机构（Harvard University Medical Affiliates）和哈佛医学院（Harvard Medical School）分别以 5811 篇和 4509 篇位居第四和第六，三者合计贡献 17408 篇，凸显哈佛体系在免疫学领域的集群优势。美国国立卫生研究院（NIH）以 4413 篇排名第七，约翰斯·霍普金斯大学（Johns Hopkins University，3905 篇）、俄亥俄大学系统（University System of Ohio，3797 篇）、德克萨斯大学系统（University of Texas System，3767 篇）、宾夕法尼亚联邦高等教育系统（Pennsylvania Commonwealth System of Higher

Education, 2846 篇)、华盛顿大学 (University of Washington, 2781 篇)、华盛顿大学西雅图分校 (University of Washington Seattle, 2751 篇)、加州大学旧金山分校 (University of California San Francisco, 2635 篇) 及宾夕法尼亚大学 (University of Pennsylvania, 2592 篇) 等机构均位列前 20, 共同构成美国在该领域多层次、全方位的科研矩阵。

欧洲机构同样表现突出, 法国与英国形成重要协同梯队。法国国家健康与医学研究院 (INSERM) 以 5822 篇位列第三, 巴黎西岱大学 (Universite Paris Cite) 以 3476 篇排名第十一, 巴黎公立医院集团 (Assistance Publique Hopitaux Paris APHP) 以 3140 篇位列第十二, 法国国家科学研究中心 (CNRS) 以 2539 篇位列第十九, 四家法国机构合计发文 14977 篇, 凸显法国在基础与临床免疫学交叉领域的深厚积淀。英国伦敦大学 (University of London) 以 4911 篇位居第五, 展现英国高等教育体系的持续影响力。

中国机构亦崭露头角, 中国医学科学院北京协和医学院 (Chinese Academy of Medical Sciences Peking Union Medical College) 以 3014 篇位列第十三, 中山大学 (Sun Yat Sen University) 以 2498 篇位列第二十, 表明中国在免疫学领域的科研产出已跻身全球前列, 正逐步成为亚太地区的重要力量。总体而言, 排名前列的机构由美国绝对领跑、欧洲多国紧密跟随、中国机构加速追赶的竞争格局清晰可见, 凸显全球免疫学研究的高度集中化与多元化并存的特征。

表 3 2021-2025 年免疫学领域 Top20 机构及其发文情况

排序	机构名称	论文量/篇	占比/%
1	University of California System	7407	3.06
2	Harvard University	7088	2.93
3	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale INSERM	5822	2.40
4	Harvard University Medical Affiliates	5811	2.40
5	University of London	4911	2.03

排序	机构名称	论文量/篇	占比/%
6	Harvard Medical School	4509	1.86
7	National Institutes of Health NIH USA	4413	1.82
8	Johns Hopkins University	3905	1.61
9	University System of Ohio	3797	1.57
10	University of Texas System	3767	1.56
11	Universite Paris Cite	3476	1.43
12	Assistance Publique Hopitaux Paris AHP	3140	1.30
13	Chinese Academy of Medical Sciences Peking Union Medical College	3014	1.24
14	Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education PCSHE	2846	1.17
15	University of Washington	2781	1.15
16	University of Washington Seattle	2751	1.14
17	University of California San Francisco	2635	1.09
18	University of Pennsylvania	2592	1.07
19	Centre National de la Recherche Scientifique CNRS	2539	1.05
20	Sun Yat Sen University	2498	1.03

五、研究方向分布

表 4 为 2021-2025 年免疫学领域前 20 个细分研究方向，其中，Infectious Diseases（传染病学）以 32302 篇、占比 13.33%居首位；Microbiology（微生物学）以 30346 篇、12.52%紧随其后；Allergy（过敏学）以 28310 篇、11.68%位列第三，三者共同构成第一梯队，合计贡献超过总量的三分之一。Transplantation（移植学）、Research Experimental Medicine（实验医学）、Oncology（肿瘤学）和 Pharmacology Pharmacy

（药理学）构成第二梯队，论文量均在 11900 篇以上，反映了移植免疫、基础转化、肿瘤免疫及药物干预在整体研究中的重要支柱作用。此外，Surgery（外科学）、Hematology（血液学）和 Cell Biology（细胞生物学）等方向的论文量均超过 9000 篇，亦在整体格局中占据重要位置，共同支撑起该领域从基础机制到临床应用的完整研究链条。

表 4 2021-2025 年免疫学领域 Top20 研究方向

排序	研究方向	论文量/篇	占比/%
1	Infectious Diseases	32302	13.33
2	Microbiology	30346	12.52
3	Allergy	28310	11.68
4	Transplantation	20296	8.38
5	Research Experimental Medicine	19414	8.01
6	Oncology	16108	6.65
7	Pharmacology Pharmacy	11923	4.92
8	Surgery	10649	4.40
9	Hematology	9374	3.87
10	Cell Biology	9295	3.84
11	Biophysics	6024	2.49
12	Veterinary Sciences	5503	2.27
13	Neurosciences Neurology	5111	2.11
14	Fisheries	4578	1.89
15	Pathology	4229	1.75
16	Biochemistry Molecular Biology	4117	1.70

排序	研究方向	论文量/篇	占比/%
17	Biotechnology Applied Microbiology	3631	1.50
18	Marine Freshwater Biology	3329	1.37
19	Pediatrics	3299	1.36
20	Virology	2883	1.19

六、热点与前沿

（一）主题分布及其动态演进的可视化分析

图 2 为 2021-2025 年免疫学领域的 VOSviewer 关键词共现图谱，清晰呈现了该领域近五年的研究热点与关联脉络：以 immunotherapy（免疫治疗）、tumor microenvironment（肿瘤微环境）为核心的绿色聚类是整个领域的研究枢纽，密集关联 cancer（肿瘤）、pd-1、pd-l1、immune checkpoint inhibitors（免疫检查点抑制剂）、cancer immunotherapy（肿瘤免疫治疗）等核心主题，构成肿瘤免疫诊疗的核心研究主线；以 neuroinflammation（神经炎症）为核心的蓝色聚类，覆盖 apoptosis（凋亡）、pyroptosis（焦亡）、ferroptosis（铁死亡）、necroptosis（坏死性凋亡）、panoptosis（泛凋亡）、nlrp3 inflammasome（NLRP3 炎症小体）、oxidative stress（氧化应激）、nrf2、sepsis（脓毒症）、ischemic stroke（缺血性卒中）、aging（衰老）等神经退行性疾病与程序性细胞死亡机制相关研究；红色聚类以 inflammation（炎症）、gut microbiota（肠道菌群）为核心，关联 inflammatory bowel disease（炎症性肠病）、microbiome（微生物组）、scfas（短链脂肪酸）、probiotics（益生菌）、gut-brain axis（肠脑轴）、obesity（肥胖）、cytokines（细胞因子）、immunity（免疫），聚焦肠道微生态紊乱介导全身慢性低度炎症相关方向；黄色聚类围绕 asthma（哮喘）、type 2 inflammation（2 型炎症）、epidemiology（流行病学）展开研究，关联 allergy（过敏）、diagnosis（诊断）、prevalence（患病率）、antibiotic resistance（抗生素耐药）、systematic review（系统综述）等过敏性炎症人群特征与流行病学分析；紫色聚类以 covid-19、sars-cov-2 为核心，涉及 vaccine（疫苗）、vaccination（疫苗接种）、vaccine hesitancy（疫苗犹豫）等病

毒感染免疫及疫苗公共卫生相关研究。各聚类间通过 inflammation、cytokine、immunity 等核心关键词紧密交叉，既体现肿瘤免疫、神经炎症、肠道微生态等传统领域的持续深化，也反映新冠感染免疫、2 型过敏性炎症等新兴方向的快速拓展，整体呈现出多系统疾病联动、基础免疫机制与临床公共卫生深度融合的研究格局。

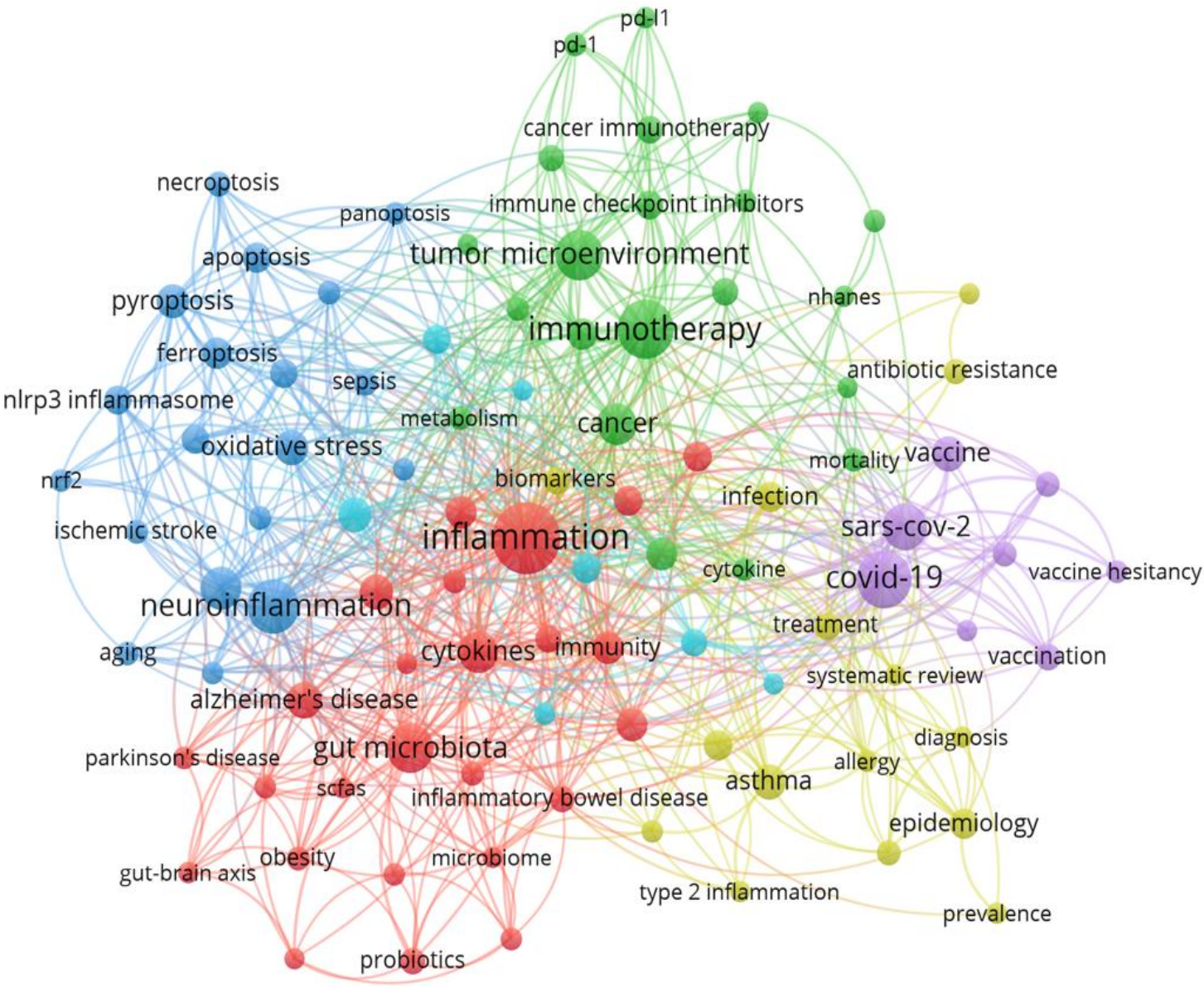


图 2 2021-2025 年免疫学领域关键词共现分布

（二）关键词突现

本文使用 CiteSpace 软件统计了 2021-2025 年免疫学领域突现的关键词，反映了该研究领域研究热点及演进趋势。

从关键词突现强度与时间跨度看，covid 19（新冠病毒）的突现强度最高，为 4.94，说明疫情暴发初期对免疫学基础研究与急性感染免疫应答的冲击尤为突出。其次是 mice（小鼠）与 subsets（亚群），强度均为 4.63，反映出动物模型与免疫细胞精细分型是当时机制探索的核心工具；reveals（揭示）强度为 4.19，提示该阶段侧重于现象与机制的发现性研究；cancer immunotherapy（癌症免疫治疗）强度为 3.95，显示抗肿瘤免疫策略开始受到高度关注；i interferon（I 型干扰素）、antitumor activity（抗肿瘤活性）与 brain（大脑）强度分别为 3.34、3.34 和 3.24；combination（联合）强度为 3.07，autophagy（自噬）与 antigen（抗原）强度均为 3.03，aryl hydrocarbon receptor（芳香烃受体）强度为 2.79，immune responses（免疫应答）强度为 2.29，cutting edge（前沿）强度为 2.20，这些关键词也均保持了较高的突现度。时间跨度上，活跃周期最长的关键词是 cancer immunotherapy（癌症免疫治疗）、i interferon（I 型干扰素）、antitumor activity（抗肿瘤活性）、autophagy（自噬）、antigen（抗原）、immune responses（免疫应答）和 cutting edge（前沿），均从 2023 年突现至 2025 年，这些主题是引导学科发展的重要问题，对该领域发展产生了长远影响。

从突现词的时间演进与发展趋势看，2021 年，covid 19（新冠病毒）、mice（小鼠）、subsets（亚群）、brain（大脑）、intestinal microbiota（肠道微生物群）迅速受到关注，反映出早期关注点集中于新冠感染诱发的全身性免疫应答、神经免疫系统参与及肠道微生态的调节作用，并高度依赖小鼠模型与细胞亚群分析；2022 年，reveals（揭示）、combination（联合）、aryl hydrocarbon receptor（芳香烃受体）陆续成为热点，提示研究向芳香烃受体信号通路的机制揭示及联合治疗策略的初步探索拓展；2023 年至今，cancer immunotherapy（癌症免疫治疗）、i interferon（I 型干扰素）、antitumor activity（抗肿瘤活性）、autophagy（自噬）、antigen（抗原）、immune responses（免疫应答）和 cutting edge（前沿）持续高热度且延续至 2025 年，表明领域正从早期的突发病原体应答与基础模型验证，全面转向抗肿瘤免疫微环境重塑、I 型干扰素信号调控、芳香

烃受体介导的免疫调节、自噬参与抗原呈递与免疫应答调控等深度机制，并紧密衔接临床转化与前沿交叉技术。这些主题仍是该领域今后的前沿方向。

表 5 2021-2025 年免疫学领域关键词突现情况

关键词	中文对照	突现强度	开始年份	结束年份	2021-2025 年
covid 19	新冠病毒	4.94	2021	2022	
mice	小鼠	4.63	2021	2022	
subsets	亚群	4.63	2021	2022	
brain	大脑	3.24	2021	2022	
intestinal microbiota	肠道微生物群	2.08	2021	2022	
reveals	揭示	4.19	2022	2023	
combination	联合	3.07	2022	2023	
aryl hydrocarbon receptor	芳香烃受体	2.79	2022	2023	
cancer immunotherapy	癌症免疫治疗	3.95	2023	2025	
i interferon	I 型干扰素	3.34	2023	2025	
antitumor activity	抗肿瘤活性	3.34	2023	2025	
autophagy	自噬	3.03	2023	2025	
antigen	抗原	3.03	2023	2025	
immune responses	免疫应答	2.29	2023	2025	
cutting edge	前沿	2.20	2023	2025	