

# 生物医学工程

## (Engineering, Biomedical)

### 一、高被引和热点论文

表 1 为生物医学工程领域 2021-2025 年高被引论文情况，每年按被引频次选取高被引论文，5 年共计 100 篇，其中同时是热点论文文献，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 *Bioactive Materials*、*Medical Image Analysis*、*Nature Biomedical Engineering* 等期刊，此外也涵盖了 *Nature Reviews Bioengineering*、*Materials Today Bio*、*Computers in Biology and Medicine* 等其他权威期刊。

表 1 2021-2025 年生物医学工程领域高被引论文

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
1*	Medical SAM adapter: Adapting segment anything model for medical image segmentation	Medical SAM 适配器：将任意分割模型应用于医学图像分割	Medical Image Analysis	Article	2025
2	An ATP-activated spatiotemporally controlled hydrogel prodrug system for treating multidrug-resistant bacteria-infected pressure ulcers	ATP 激活的时空可控水凝胶前药系统用于治疗多重耐药菌感染的压疮	Bioactive Materials	Article	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
3	Glucose oxidase: An emerging multidimensional treatment option for diabetic wound healing	葡萄糖氧化酶：糖尿病伤口愈合的新兴多维治疗选择	Bioactive Materials	Review	2025
4	Advancements in hydrogel design for articular cartilage regeneration: A comprehensive review	关节软骨再生水凝胶设计的进展：综述	Bioactive Materials	Review	2025
5	A novel CNN-ViT-based deep learning model for early skin cancer diagnosis	基于 CNN-ViT 的新型深度学习模型用于早期皮肤癌诊断	Biomedical Signal Processing and Control	Article	2025
6	Non-Invasive Brain-Computer Interfaces: State of the Art and Trends	无创脑机接口：最新进展与趋势	Ieee Reviews in Biomedical Engineering	Article	2025
7	Recent advances in smart hydrogels derived from polysaccharides and their applications for wound dressing and healing	多糖衍生智能水凝胶的最新进展及其在伤口敷料和愈合中的应用	Biomaterials	Article	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
8	AI-driven 3D bioprinting for regenerative medicine: From bench to bedside	用于再生医学的 AI 驱动 3D 生物打印: 从实验室到临床	Bioactive Materials	Review	2025
9	Metal-polyphenol nanocomposite hybrid hydrogel: A multifunctional platform for treating diabetic foot ulcers through metabolic microenvironment reprogramming	金属-多酚纳米复合杂化水凝胶: 通过代谢微环境重编程治疗糖尿病足溃疡的多功能平台	Biomaterials	Article	2025
10	Periosteum-bone inspired hierarchical scaffold with endogenous piezoelectricity for neuro-vascularized bone regeneration	具有内源性压电性的骨膜-骨启发分层支架用于神经血管化骨再生	Bioactive Materials	Article	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
11*	Multifunctional DNA hydrogels with light-triggered gas-therapy and controlled G-Exos release for infected wound healing	具有光触发气体治疗和受控 G-Exos 释放功能的多功能 DNA 水凝胶用于感染伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2025
12	A motion-responsive injectable lubricative hydrogel for efficient Achilles tendon adhesion prevention	运动响应性可注射润滑水凝胶用于有效预防跟腱粘连	Materials Today Bio	Article	2025
13	A Smart MMP-9-responsive Hydrogel Releasing M2 Macrophage-derived Exosomes for Diabetic Wound Healing	释放 M2 巨噬细胞衍生外泌体的 MMP-9 响应性智能水凝胶用于糖尿病伤口愈合	Advanced Healthcare Materials	Article	2025
14	3D-printed manganese dioxide incorporated scaffold promotes osteogenic-angiogenic coupling for refractory bone defect by remodeling osteo-regenerative microenvironment	3D 打印二氧化锰复合支架通过重塑骨再生微环境促进难治性骨缺损的成骨-血管生成耦合	Bioactive Materials	Article	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
15	Copper-luteolin nanocomplexes for Mediating multifaceted regulation of oxidative stress, intestinal barrier, and gut microbiota in inflammatory bowel disease	铜-木犀草素纳米复合物通过多方面调节氧化应激、肠道屏障和肠道微生物群治疗炎症性肠病	Bioactive Materials	Article	2025
16	Exosome isolation and characterization for advanced diagnostic and therapeutic applications	用于先进诊断和治疗应用的外泌体分离与表征	Materials Today Bio	Article	2025
17	Microfluidic technologies for enhancing the potency, predictability and affordability of adoptive cell therapies	用于提高过继细胞治疗效力、可预测性和可负担性的微流控技术	Nature Biomedical Engineering	Review	2025

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
18	A high sensitive methane QEPAS sensor based on self-designed trapezoidal-head quartz tuning fork and high power diode laser	基于自行设计梯形头石英音叉和高功率二极管激光器的高灵敏度甲烷 QEPAS 传感器	Photoacoustics	Article	2025
19	MMP-9 responsive hydrogel promotes diabetic wound healing by suppressing ferroptosis of endothelial cells	MMP-9 响应性水凝胶通过抑制内皮细胞铁死亡促进糖尿病伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2025
20	Biomimetic structural design in 3D-printed scaffolds for bone tissue engineering	用于骨组织工程的 3D 打印支架仿生结构设计	Materials Today Bio	Article	2025
21*	TransUNet: Rethinking the U-Net architecture design for medical image segmentation through the lens of transformers	TransUNet: 从 Transformer 视角重新思考医学图像分割的 U-Net 架构设计	Medical Image Analysis	Article	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
22*	The Role of AI in Hospitals and Clinics: Transforming Healthcare in the 21st Century	人工智能在医院和诊所中的作用：21 世纪医疗保健转型	Bioengineering-basel	Review	2024
23*	Parrot optimizer: Algorithm and applications to medical problems	鹦鹉优化器：算法及其在医学问题中的应用	Computers in Biology and Medicine	Article	2024
24*	Accurate leukocyte detection based on deformable-DETR and multi-level feature fusion for aiding diagnosis of blood diseases	基于可变形 DETR 和多级特征融合的精确白细胞检测用于辅助血液疾病诊断	Computers in Biology and Medicine	Article	2024
25*	Skin-inspired soft bioelectronic materials, devices and systems	类皮肤软生物电子材料、器件和系统	Nature Reviews Bioengineering	Review	2024
26*	Designing nanozymes for in vivo applications	用于体内应用的纳米酶设计	Nature Reviews Bioengineering	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
27	A tough, antibacterial and antioxidant hydrogel dressing accelerates wound healing and suppresses hypertrophic scar formation in infected wounds	坚韧、抗菌和抗氧化水凝胶敷料加速感染伤口愈合并抑制增生性瘢痕形成	Bioactive Materials	Article	2024
28	Developing natural polymers for skin wound healing	用于皮肤伤口愈合的天然聚合物开发	Bioactive Materials	Review	2024
29	ChatGPT in healthcare: A taxonomy and systematic review	医疗保健中的 ChatGPT: 分类学与系统综述	Computer Methods and Programs in Biomedicine	Review	2024
30	Decellularized extracellular matrix biomaterials for regenerative therapies: Advances, challenges and clinical prospects	用于再生治疗的脱细胞细胞外基质生物材料: 进展、挑战和临床前景	Bioactive Materials	Review	2024
31	Optimizing scaffold pore size for tissue engineering: insights across various tissue types	组织工程支架孔径优化: 不同组织类型的见解	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
32	Segment anything model for medical image segmentation: Current applications and future directions	用于医学图像分割的任意分割模型：当前应用和未来方向	Computers in Biology and Medicine	Article	2024
33	Versatile dopamine-functionalized hyaluronic acid-recombinant human collagen hydrogel promoting diabetic wound healing via inflammation control and vascularization tissue regeneration	多功能多巴胺功能化透明质酸-重组人胶原蛋白水凝胶通过炎症控制和血管化组织再生促进糖尿病伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2024
34	UNETR plus plus : Delving Into Efficient and Accurate 3D Medical Image Segmentation	UNETR++: 深入研究高效准确的 3D 医学图像分割	Ieee Transactions on Medical Imaging	Article	2024
35	The mechanisms of nanoparticle delivery to solid tumours	纳米颗粒递送至实体瘤的机制	Nature Reviews Bioengineering	Review	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
36	Natural Language Processing for Smart Healthcare	用于智能医疗保健的自然语言处理	Ieee Reviews in Biomedical Engineering	Article	2024
37	Controlling the biodistribution and clearance of nanomedicines	纳米药物的生物分布和清除控制	Nature Reviews Bioengineering	Review	2024
38	Challenges and strategies for wide-scale artificial intelligence (AI) deployment in healthcare practices: A perspective for healthcare organizations	医疗保健实践中大规模人工智能（AI）部署的挑战和策略：医疗机构视角	Artificial Intelligence in Medicine	Article	2024
39	Extracorporeal Life Support Organization Registry International Report 2022: 100,000 Survivors	体外生命支持组织注册国际报告 2022：100,000 名幸存者	Asaio Journal	Article	2024

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
40	Clinical translation of photoacoustic imaging	光声成像的临床转化	Nature Reviews Bioengineering	Review	2025
41	Transformers in medical imaging: A survey	医学成像中的 Transformer: 综述	Medical Image Analysis	Article	2023
42	Device integration of electrochemical biosensors	电化学生物传感器的器件集成	Nature Reviews Bioengineering	Review	2023
43	EEG Conformer: Convolutional Transformer for EEG Decoding and Visualization	EEG Conformer: 用于脑电信号解码和可视化的卷积 Transformer	Ieee Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	Article	2023
44	Segment anything model for medical image analysis: An experimental study	用于医学图像分析的任意分割模型: 实验研究	Medical Image Analysis	Article	2023
45	Wound microenvironment self-adaptive hydrogel with efficient angiogenesis for promoting diabetic wound healing	具有高效血管生成功能的伤口微环境自适应水凝胶用于促进糖尿病伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
46	Near-infrared luminescence high-contrast in vivo biomedical imaging	近红外发光高对比度体内生物学成像	Nature Reviews Bioengineering	Review	2023
47	Prompt Engineering with ChatGPT: A Guide for Academic Writers	ChatGPT 提示工程: 学术写作者指南	Annals of Biomedical Engineering	Article	2023
48	Diffusion models in medical imaging: A comprehensive survey	医学成像中的扩散模型: 综述	Medical Image Analysis	Article	2023
49	Antibacterial conductive self-healing hydrogel wound dressing with dual dynamic bonds promotes infected wound healing	具有双动态键的抗菌导电自修复水凝胶伤口敷料促进感染伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2023
50	Off-target effects in CRISPR/Cas9 gene editing	CRISPR/Cas9 基因编辑中的脱靶效应	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Review	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
51	MISSFormer: An Effective Transformer for 2D Medical Image Segmentation	用于神经退行性疾病早期诊断的生物标志物检测技术	Ieee Transactions on Medical Imaging	Article	2023
52	Effect of Size, Shape and Surface Functionalization on the Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles	尺寸、形状和表面功能化对银纳米颗粒抗菌活性的影响	Journal of Functional Biomaterials	Review	2023
53	Algorithmic fairness in artificial intelligence for medicine and healthcare	医学和医疗保健人工智能中的算法公平性	Nature Biomedical Engineering	Article	2023
54	SynthSeg: Segmentation of brain MRI scans of any contrast and resolution without retraining	SynthSeg: 无需重新训练即可分割任何对比度和分辨率的脑部 MRI 扫描	Medical Image Analysis	Article	2023
55	Structural and biological engineering of 3D hydrogels for wound healing	用于伤口愈合的 3D 水凝胶结构和生物工程	Bioactive Materials	Review	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
56	Segment anything model for medical images?	用于医学图像的任意分割模型?	Medical Image Analysis	Article	2024
57	A wireless patch for the monitoring of C-reactive protein in sweat	用于汗液中 C 反应蛋白监测的无线贴片	Nature Biomedical Engineering	Article	2023
58	DCSAU-Net: A deeper and more compact split-attention U-Net for medical image segmentation	DCSAU-Net: 用于医学图像分割的更深层更紧凑的分裂注意力 U-Net	Computers in Biology and Medicine	Article	2023
59	How Artificial Intelligence Is Shaping Medical Imaging Technology: A Survey of Innovations and Applications	人工智能如何塑造医学成像技术: 创新和应用综述	Bioengineering-basel	Review	2023
60	Recent progress of antibacterial hydrogels in wound dressings	伤口敷料中抗菌水凝胶的最新进展	Materials Today Bio	Article	2023

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
61	Explainable artificial intelligence (XAI) in deep learning-based medical image analysis	基于深度学习的医学图像分析中的可解释人工智能 (XAI)	Medical Image Analysis	Article	2022
62	Recent advances and clinical applications of deep learning in medical image analysis	医学图像分析中深度学习的最新进展和临床应用	Medical Image Analysis	Article	2022
63	A wearable electrochemical biosensor for the monitoring of metabolites and nutrients	用于代谢物和营养素监测的可穿戴电化学生物传感器	Nature Biomedical Engineering	Article	2022
64	The Liver Tumor Segmentation Benchmark (LiTS)	肝脏肿瘤分割基准 (LiTS)	Medical Image Analysis	Article	2023
65	Decellularized extracellular matrix scaffolds: Recent trends and emerging strategies in tissue engineering	脱细胞细胞外基质支架: 组织工程的最新趋势和新兴策略	Bioactive Materials	Article	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
66	Domain Adaptation for Medical Image Analysis: A Survey	医学图像分析中的域适应: 综述	Ieee Transactions on Biomedical Engineering	Article	2022
67	Properties and Applications of PDMS for Biomedical Engineering: A Review	PDMS 在生物医学工程中的特性和应用: 综述	Journal of Functional Biomaterials	Article	2022
68	Mussel-inspired adhesive antioxidant antibacterial hemostatic composite hydrogel wound dressing via photo-polymerization for infected skin wound healing	通过光聚合制备的贻贝启发型粘性抗氧化抗菌止血复合水凝胶伤口敷料用于感染皮肤伤口愈合	Bioactive Materials	Article	2022
69	Promoting the healing of infected diabetic wound by an anti-bacterial and nano-enzyme-containing hydrogel with inflammation-suppressing, ROS-scavenging, oxygen and nitric oxide-generating properties	通过具有抗炎、ROS清除、产氧和产一氧化氮特性的抗菌含纳米酶水凝胶促进感染糖尿病伤口愈合	Biomaterials	Article	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
70	TransMorph: Transformer for unsupervised medical image registration	TransMorph: 用于无监督医学图像配准的Transformer	Medical Image Analysis	Article	2022
71	An integrated wearable microneedle array for the continuous monitoring of multiple biomarkers in interstitial fluid	用于连续监测间质液中多种生物标志物的集成式可穿戴微针阵列	Nature Biomedical Engineering	Article	2022
72	Review on Strategies and Technologies for Exosome Isolation and Purification	外泌体分离和纯化策略与技术综述	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Review	2022
73	Transformer-based unsupervised contrastive learning for histopathological image classification	用于组织病理学图像分类的基于Transformer的无监督对比学习	Medical Image Analysis	Article	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
74	Application of explainable artificial intelligence for healthcare: A systematic review of the last decade (2011-2022)	医疗保健中可解释人工智能的应用：过去十年（2011-2022）的系统综述	Computer Methods and Programs in Biomedicine	Review	2022
75	Unified Focal loss: Generalising Dice and cross entropy-based losses to handle class imbalanced medical image segmentation	统一焦点损失：将 Dice 和交叉熵基损失泛化以处理类别不平衡的医学图像分割	Computerized Medical Imaging and Graphics	Article	2022
76	Pathomic Fusion: An Integrated Framework for Fusing Histopathology and Genomic Features for Cancer Diagnosis and Prognosis	病理组学融合：整合组织病理学和基因组特征用于癌症诊断和预后的综合框架	Ieee Transactions on Medical Imaging	Article	2022
77	Multifunctional GelMA platforms with nanomaterials for advanced tissue therapeutics	具有纳米材料的多功能 GelMA 平台用于先进组织治疗	Bioactive Materials	Article	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
78	Smart/stimuli-responsive hydrogels: Cutting-edge platforms for tissue engineering and other biomedical applications	智能/刺激响应性水凝胶：用于组织工程和其他生物学应用的前沿平台	Materials Today Bio	Article	2022
79	Fabrication of physical and chemical crosslinked hydrogels for bone tissue engineering	用于骨组织工程的物理和化学交联水凝胶制备	Bioactive Materials	Article	2022
80	Self-supervised learning in medicine and healthcare	医学和医疗保健中的自监督学习	Nature Biomedical Engineering	Review	2022
81	Data-efficient and weakly supervised computational pathology on whole-slide images	全切片图像上的数据高效和弱监督计算病理学	Nature Biomedical Engineering	Article	2021
82	The evolution of commercial drug delivery technologies	商业药物递送技术的演变	Nature Biomedical Engineering	Review	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
83	Application of glutathione depletion in cancer therapy: Enhanced ROS-based therapy, ferroptosis, and chemotherapy	谷胱甘肽耗竭在癌症治疗中的应用：增强基于 ROS 的治疗、铁死亡和化疗	Biomaterials	Article	2021
84	CRISPR-based diagnostics	基于 CRISPR 的诊断技术	Nature Biomedical Engineering	Review	2021
85	Review of Artificial Intelligence Techniques in Imaging Data Acquisition, Segmentation, and Diagnosis for COVID-19	COVID-19 成像数据采集、分割和诊断中人工智能技术的综述	Ieee Reviews in Biomedical Engineering	Review	2021
86	Antibacterial approaches in tissue engineering using metal ions and nanoparticles: From mechanisms to applications	使用金属离子和纳米颗粒的组织工程抗菌方法：从机制到应用	Bioactive Materials	Review	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
87	Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry	乳酸菌的代谢特性及 其在食品工业中的扩 展应用	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Review	2021
88	Collagen in Wound Healing	胶原蛋白在伤口愈合 中的作用	Bioengineering- basel	Review	2021
89	Implication of Surface Properties, Bacterial Motility, and Hydrodynamic Conditions on Bacterial Surface Sensing and Their Initial Adhesion	表面性质、细菌运动 性和流体动力学条件 对细菌表面感知及其 初始粘附的影响	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Review	2021
90	Explanation of machine learning models using shapley additive explanation and application for real data in hospital	使用 Shapley 加性解 释的机器学习模型解 释及其在医院真实数 据中的应用	Computer Methods and Programs in Biomedicine	Article	2022

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
91	The application of nanoparticles in cancer immunotherapy: Targeting tumor microenvironment	纳米颗粒在癌症免疫治疗中的应用：靶向肿瘤微环境	Bioactive Materials	Review	2021
92	Exploring the effect of image enhancement techniques on COVID-19 detection using chest X-ray images	探索图像增强技术对使用胸部 X 光图像检测 COVID-19 的影响	Computers in Biology and Medicine	Article	2021
93	Wound Healing: From Passive to Smart Dressings	伤口愈合：从被动敷料到智能敷料	Advanced Healthcare Materials	Review	2021
94	CHAOS Challenge-combined (CT-MR) healthy abdominal organ segmentation	CHAOS 挑战-联合 (CT-MR) 健康腹部器官分割	Medical Image Analysis	Article	2021
95	CA-Net: Comprehensive Attention Convolutional Neural Networks for Explainable Medical Image Segmentation	CA-Net: 用于可解释医学图像分割的综合注意力卷积神经网络	Ieee Transactions on Medical Imaging	Article	2021

序号	文章题目	中文对照	期刊名称	文献类型	出版年
96	BrainGNN: Interpretable Brain Graph Neural Network for fMRI Analysis	BrainGNN: 用于功能磁共振成像分析的可解释脑图神经网络	Medical Image Analysis	Article	2021
97	Antibacterial metals and alloys for potential biomedical implants	用于潜在生物学植入物的抗菌金属和合金	Bioactive Materials	Review	2021
98	An epidermal patch for the simultaneous monitoring of haemodynamic and metabolic biomarkers	用于同时监测血液动力学和代谢生物标志物的表皮贴片	Nature Biomedical Engineering	Article	2021
99	Deep neural network models for computational histopathology: A survey	用于计算组织病理学的深度神经网络模型: 综述	Medical Image Analysis	Article	2021
100	Bone physiological microenvironment and healing mechanism: Basis for future bone-tissue engineering scaffolds	骨生理微环境和愈合机制: 未来骨组织工程支架的基础	Bioactive Materials	Review	2021

## 二、发文量变化趋势

2021-2025 年生物医学工程领域文献产出波动较小，整体发展平稳。五年累计收录 112463 篇，年均约 22493 篇。2021 年发文量 19759 篇，为五年低点；2022-2023 年持续攀升，2023 年以 23944 篇达峰，2024 年回落至 21399 篇，2025 年回升至 23591 篇。整体来看，年度发文量分布平稳、无剧烈波动，除 2024 年略有下降外其余年份均保持增长，体现出该领域学术产出持续活跃、发展稳健的特征。

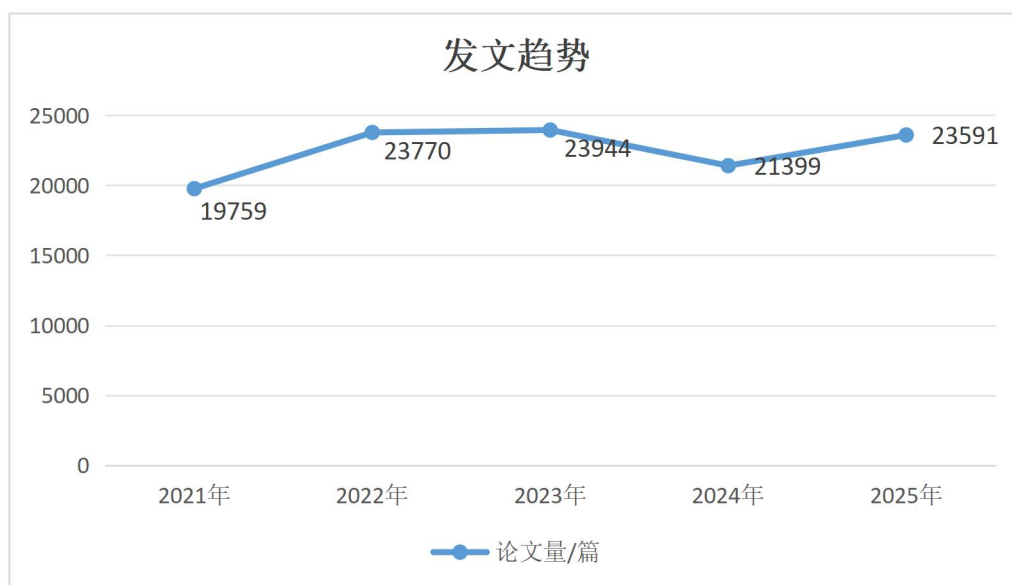


图 1 2021-2025 年生物医学工程领域发文量变化趋势

## 三、国家或地区发文情况

为了解各个国家或地区在生物医学工程领域的研究状况，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 年生物医学工程领域总论文量前 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。中国以 38777 篇的发文量位居榜首，占比 34.48%，其高被引和热点论文量 509 篇，占全部高被引和热点论文的 58.64%，其次为美国、德国、英格兰、印度等，发文量占比分别为 21.44%、5.78%、5.60%、4.90%，其对应的高被引和热点论文量占比分别为 28.00%、5.30%、7.83%、3.92%，中国在该领域的发文量和高被引与热点论文量均处于绝对领先地位，尤其是高被引和热点论文占比超五成，显示出中国在生物医学工程领域具备极强的研究实力和突出的学术影响力，这也反映了我国在

该领域及相关前沿方向的持续科研投入与良好发展趋势，而美国作为传统科研强国，发文量和高被引与热点论文量均位居第二，依旧展现出强劲的研究竞争力，其余国家和地区虽在发文量和高被引与热点论文量上与中美存在差距，但也各有研究特色，共同构成了全球生物医学工程领域的研究格局。

表 2 2021-2025 年生物医学工程领域发文量 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	中国	38777	34.48	509	58.64
2	美国	24109	21.44	243	28.00
3	德国	6504	5.78	46	5.30
4	英格兰	6293	5.60	68	7.83
5	印度	5514	4.90	34	3.92
6	韩国	5132	4.56	35	4.03
7	意大利	5107	4.54	34	3.92
8	日本	4370	3.89	16	1.84
9	加拿大	4338	3.86	44	5.07
10	澳大利亚	3681	3.27	48	5.53
11	法国	3312	2.95	21	2.42
12	荷兰	3223	2.87	20	2.30
13	西班牙	3059	2.72	16	1.84
14	伊朗	2724	2.42	36	4.15
15	瑞士	2620	2.33	15	1.73
16	巴西	2157	1.92	9	1.04

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/%
17	中国台湾	1882	1.67	15	1.73
18	比利时	1481	1.32	8	0.92
19	新加坡	1422	1.26	44	5.07
20	波兰	1396	1.24	5	0.58

#### 四、论文机构分布

2021-2025 年生物医学工程领域的全球科研产出呈现“中国机构主导、欧美顶尖机构协同竞争”的格局，顶尖机构集中于科研资源密集的高校及国家级科研平台。全球前 20 名机构中，中国科学院（Chinese Academy of Sciences）以 79 篇发文量、9.10% 占比高居榜首，上海交通大学（Shanghai Jiao Tong University）以 51 篇、5.88%位列第二，美国哈佛大学（Harvard University）以 47 篇、5.42%居第三；中国科学院大学（University of Chinese Academy of Sciences CAS）、浙江大学（Zhejiang University）、四川大学（Sichuan University）依次位列第四至六位，美国麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology MIT）、加州大学系统（University of California System）、北京大学（Peking University）、哈佛大学医学附属机构（Harvard University Medical Affiliates）等紧随其后，形成中外顶尖机构梯队竞争态势。

前 20 名机构中中国机构合计占据 11 席，除上述提及机构外，还包括南方医科大学（Southern Medical University China）、清华大学（Tsinghua University）、复旦大学（Fudan University）、深圳大学（Shenzhen University）、温州医科大学（Wenzhou Medical University），且所有亚洲机构均为中国机构。这一分布充分体现了中国在该领域的规模化科研投入与稳定产出水平，以及在亚洲地区的核心科研引领地位，已形成以顶尖高校和国家级科研院所为核心的国际竞争力科研集群，与美国等传统科研强国机构共同构成全球领域主要科研力量。

表 3 2021-2025 年生物医学工程领域 Top20 机构及其发文情况

序号	论文机构	论文量/篇	占比/%
1	Chinese Academy of Sciences	79	9.10
2	Shanghai Jiao Tong University	51	5.88
3	Harvard University	47	5.42
4	University of Chinese Academy of Sciences CAS	36	4.15
5	Zhejiang University	35	4.03
6	Sichuan University	33	3.80
7	Massachusetts Institute of Technology MIT	30	3.46
8	University of California System	29	3.34
9	Peking University	27	3.11
10	Harvard University Medical Affiliates	26	3.00
11	Southern Medical University China	25	2.88
12	Tsinghua University	24	2.77
13	Fudan University	23	2.65
14	Harvard Medical School	23	2.65
15	University of Texas System	23	2.65
16	National University of Singapore	22	2.54
17	Shenzhen University	20	2.30
18	Stanford University	19	2.19
19	University of London	18	2.07
20	Wenzhou Medical University	18	2.07

## 五、研究方向分布

2021-2025 年生物医学工程领域的研究呈现“工程为核、医工融合、应用导向”的鲜明特征，研究成果广泛渗透于多学科领域，构建了层次丰富的跨学科协作网络。从学科交叉视角看，前 10 大研究方向主导领域发展，其中 Materials Science（材料科学）以 40.09% 的论文占比成为核心支撑，是领域基础研究的关键；Computer Science（计算机科学）贡献 23.73% 的产出，为智能诊疗、数据处理提供核心技术保障；Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging（放射学、核医学与医学影像）以 15.21% 的占比，成为技术与临床结合的核心纽带，三者共同构成领域核心支撑体系。此外，Biotechnology Applied Microbiology（生物技术与应用微生物学）（9.45%）、Imaging Science Photographic Technology（影像科学与摄影技术）（7.37%）及 Life Sciences Biomedicine Other Topics（生命科学与生物医学其他主题）、Mathematical Computational Biology（数学与计算生物学）（均为 6.45%）等方向，进一步丰富了领域应用场景与研究维度，凸显多学科深度整合的格局。

表 4 2021-2025 年生物医学工程领域 Top10 研究方向

排序	研究方向	论文量/篇	占比/%
1	Materials Science	348	40.09
2	Computer Science	206	23.73
3	Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging	132	15.21
4	Biotechnology Applied Microbiology	82	9.45
5	Imaging Science Photographic Technology	64	7.37
6	Life Sciences Biomedicine Other Topics	56	6.45
7	Mathematical Computational Biology	56	6.45
8	Science Technology Other Topics	43	4.95
9	Medical Informatics	29	3.34

排序	研究方向	论文量/篇	占比/%
10	Rehabilitation	14	1.61

## 六、热点与前沿

### (一) 主题分布及其动态演进的可视化分析

本文选取 2021-2025 年生物医学工程领域被引频次最高的 3000 篇论文为高被引论文,其 VOSviewer 关键词共现图谱清晰呈现该领域近五年研究热点与关联脉络:以 deep learning (深度学习) 为核心的绿色聚类是整个领域的研究枢纽, 密集关联 machine learning (机器学习)、artificial intelligence (人工智能)、segmentation (图像分割) 等核心主题, 构成智能算法应用的核心研究主线; 以 task analysis (任务分析) 为核心的蓝色聚类, 覆盖 computed tomography (计算机断层扫描)、image registration (图像配准)、data augmentation (数据增强)、image reconstruction (图像重建)、feature fusion (特征融合) 等医学影像处理相关研究; 红色聚类以 tissue engineering (组织工程) 为核心, 关联 hydrogel (水凝胶)、drug delivery (药物递送)、3D printing (3D 打印)、bone regeneration (骨再生) 等热点方向; 紫色聚类以 medical image segmentation (医学图像分割) 为核心, 关联 EEG (脑电图)、motor imagery (运动想象)、deep neural network (深度神经网络) 等神经信号、影像分析与脑机接口相关内容; 黄色聚类以 image segmentation (图像分割) 为核心, 涉及 generative adversarial network (生成对抗网络)、computational modeling (计算建模) 等算法优化与仿真建模研究。各聚类间通过核心关键词紧密交叉, 既体现传统领域的持续深化, 也反映新兴方向的快速拓展, 整体呈现出多领域协同、基础与临床深度融合的研究格局。



hydrogels (可注射水凝胶)、oxidative stress (氧化应激)、generative adversarial networks (生成对抗网络) 等任务优化、生物材料、疾病调控主题陆续成为热点；2023 年至今，network (网络)、framework (框架)、chitosan (壳聚糖)、MRI (磁共振成像)、system (系统) 等智能网络、理论框架、生物材料与医学影像方向持续高热度，这些主题仍是该领域今后的前沿方向。

表 5 2021-2025 年生物医学工程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
neural network	神经网络	2.01	2021	2022	
algorithm	算法	2.01	2021	2022	
task analysis	任务分析	3.52	2022	2023	
injectable hydrogels	可注射水凝胶	3.15	2022	2023	
oxidative stress	氧化应激	2.41	2022	2023	
generative adversarial networks	生成对抗网络	1.93	2022	2023	
network	网络	3.53	2023	2025	
framework	框架	2.69	2023	2025	
chitosan	壳聚糖	2.39	2023	2025	
mri	磁共振成像	2.39	2023	2025	
system	系统	2.31	2023	2025	