

【学术前沿动态】全球生物医学工程领域论文分析

生物医学工程（Biomedical Engineering）是一门运用工程学的原理和方法解决生物医学问题的综合性学科，融合数学、物理、化学、生物学、信息与计算机科学，从分子、细胞、组织、器官、生命系统各层面丰富生命科学的知识宝库，推动生命科学的研究进程，为疾病的预防、诊断、治疗和康复，研究新材料，制造新设备，提供新方法。本报告利用爱思唯尔 SciVal 数据库和科睿唯安的 ESI 数据库，分析全球生物医学工程领域相关论文的分布现状，揭示该学科领域的热点研究主题，以及近两年的热点论文和高被引论文，供相关研究参考。

一、生物医学领域论文分布概况

截至2020年11月5日，2015-2020年生物医学工程领域相关文献共计20,6090篇（SciVal）。其中，美国（发文量48172，被引量539712）和中国（发文量45228，被引量366877）发文量基本持平，且明显领先于其他国家，两国的发文总量接近全球50%；被引量方面，中国较美国稍有差距，仍遥遥领先于其他国家。除中美两国外，德国、英国、印度、韩国、日本、意大利、加拿大、法国八国位居发文量全球前十。

文献来源方面，按照发文量排名前10的期刊或论文集见表1，其中包括了一种中国期刊《中国组织工程研究》。

表1 2015-2020 生物医学工程领域发文量排名前10的文献来源

文献来源名称	发文量	发文量占比	被引量	被引量占比
Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings IEEE 医学和生物学工程国际年会论文集	9391	4.56%	24831	1.61%
Chinese Journal of Tissue Engineering Research 中国组织工程研究	6025	2.92%	835	0.05%
Studies in Health Technology and Informatics 卫生技术与信息学研究	5711	2.77%	9020	0.59%
Biosensors and Bioelectronics 生物传感器与生物电子学	5462	2.65%	141877	9.23%
Journal of Nanoscience and Nanotechnology 纳米科学与技术杂志	5336	2.59%	21802	1.42%

Journal of Materials Chemistry B 材料化学学报 B	5091	2.47%	68987	4.49%
IFMBE Proceedings 国际医学生物工程联合会论文集	4710	2.29%	3987	0.26%
Acta Biomaterialia 生物材料学报	3584	1.74%	69007	4.49%
Journal of Biomechanics 生物力学杂志	2987	1.45%	23033	1.50%
Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 生物医学材料力学行为杂志	2717	1.32%	26181	1.70%

相关文献涉及 25 个学科领域，除本身所属的工程学外，发文最多的十个学科领域详见表 2。

表 2 2015-2020 生物医学工程领域发文最多的学科领域（工程学除外）

研究领域	发文量	发文量占比	被引量	被引量占比
Medicine 医学	77941	37.82%	373433	24.29%
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology 生物化学、遗传学和分子生物学	68361	33.17%	701954	45.65%
Materials Science 材料科学	62271	30.22%	662280	43.07%
Chemical Engineering 化学工程	59522	28.88%	586416	38.14%
Computer Science 计算机科学	41147	19.97%	135315	8.80%
Physics and Astronomy 物理与天文学	23945	11.62%	174334	11.34%
Chemistry 化学	23658	11.48%	315580	20.52%
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics 药理学、毒理学和药剂学	14089	6.84%	153869	10.01%
Health Professions 健康专业	10905	5.29%	27343	1.78%
Mathematics 数学	9125	4.43%	32392	2.11%

二、生物医学工程热点研究主题

2015-2020 年，生物医学工程领域共计涉及 2145 个研究主题，其中显著度指数高于 99%（即位于整个学科领域前 1%的热点研究前沿）共计 30 个，按发文量统计详见表 3。

表 3 2015-2020 生物医学工程领域热点研究前沿

研究主题	文献量	显著度百分比（%）
Photothermotherapy; Photoacoustics; Theranostic Nanomedicine	5795	99.983

光热疗法；光声学；诊疗纳米医学		
Motor Imagery; Brain Computer Interface; Visual Evoked Potentials 动作表象；脑-机接口；视觉诱发电位	5447	99.769
Nanogel; Micelles; Prodrugs 纳米凝胶；胶束；前体药物	4412	99.943
Paper; Point-Of-Care Testing; Lab-on-a-chip Devices 纸；即时检验；芯片实验室设备	3360	99.899
Graphene Oxide; Phototherapy; Tissue Engineering 氧化石墨烯；光热疗法；组织工程	3110	99.896
Electromyography; Artificial Limbs; Hand Gesture Recognition 肌电图；假肢；手势识别	2996	99.223
Bioprinting; Printability; Tissue Engineering 生物打印；印刷适性；组织工程	2845	99.918
Hydrogels; Polyethylene Glycol Dimethacrylate Hydrogel; Hyaluronic Acid 水凝胶；聚乙二醇二甲基丙烯酸酯水凝胶；透明质酸	2542	99.874
Hematoxylin; Cancer Classification; Histopathology 苏木精；肿瘤分类；组织病理学	2503	99.480
Fibroins; Silk Fiber; Dragline 蚕丝蛋白；丝纤维；牵引丝	2502	99.579
Mechanotransduction; Focal Adhesions; Stiffness Matrix 机械力转导；粘着斑；刚度矩阵	2479	99.763
Gene Transfer; Polyethyleneimine; Transfection 基因转移；聚乙烯亚胺；转染	2470	99.739
Droplets; Microfluidics; Lab-on-a-chip Devices 液滴；微流控；芯片实验室设备	2259	99.533
Bioactive Glass; Hydroxycarbonate Apatite; Glass Ceramics 生物活性玻璃；碳酸羟基磷灰石；玻璃陶瓷	2219	99.597
E 4031; Pluripotent Stem Cells; Cardiac Muscle Cell E 4031; 多能干细胞；心肌细胞	1947	99.514
Immunosensors; Carcinoembryonic Antigen; Alpha Fetoprotein	1866	99.790

免疫传感器；癌胚抗原；甲胎蛋白		
Channelrhodopsins; Optogenetics; Designer Drugs 视紫红质通道蛋白；光遗传学；合成药物	1777	99.440
Tissue Engineering; Polycaprolactone; Selective Laser Sintering 组织工程；聚己内酯；选择性激光烧结	1758	99.608
Heart Arrhythmia; Electrocardiograph; Supraventricular Premature Beat 心律失常；心电图；室上性早搏	1730	99.128
Spheroids; Organoids; Tumor Microenvironment 球状体；类器官；肿瘤微环境	1587	99.149
Quantum Dots; Cdte; Forster Resonance Energy Transfer 量子点；Cdte；Forster 共振能量转移	1493	99.123
Organ-On-A-Chip; Microfluidics; Lab-on-a-chip Devices 片上器官；微流控；芯片实验室设备	1421	99.499
Guanidines; Antifouling; Ammonium Salts 胍类；防污；铵盐	1351	99.438
Hybridization Chain Reaction; Nucleases; Hairpins 杂交链反应；核酸酶；发夹	1297	99.545
Cancer Vaccines; Immunotherapy; Dendritic Cells 肿瘤疫苗；免疫治疗；树突状细胞	1219	99.536
Bandages; Electrospinning; Nanofibers 绷带；静电纺丝；纳米纤维	1064	99.189
Aptasensors; 4-Chloro-1-Naphthol; Cadmium Sulfide 适配体传感器；4-氯-1-萘酚；硫化镉	1050	99.670
4-Mercaptobenzoate; Nanoprobes; Raman Spectroscopy 4-巯基苯甲酸酯；纳米探针；拉曼光谱	1029	99.005
Mussel Adhesive Protein; Catechols; Bivalvia 贻贝粘附蛋白；儿茶酚；双壳纲	1026	99.059
Polypyrroles; Conducting Polymers; Poly(3,4-Ethylene Dioxythiophene)聚吡咯；导电聚合物；聚（3,4-乙烯二氧噻吩）	949	99.422

注:显著度（Prominence）百分比越接近 100%，表示该研究主题的全球显著度越高，发文量、关注度和获得基金资助的可能性越大。

三、热点论文和高被引论文

截止 2020 年 11 月 5 日，全球生物医学工程领域共有 ESI 热点论文 4 篇（2019-2020 年间），高被引论文 304 篇（2015-2020 年间）。其中，3 篇热点论文同时也是高被引论文。热点论文和 2020 年发表的高被引论文信息如下：

1.Muhammad R, Khan M I, Jameel M, et al. Fully developed Darcy-Forchheimer mixed convective flow over a curved surface with activation energy and entropy generation[J]. COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE,2020,188(105298).

热点论文

中文标题：曲面上具有活化能和熵产生的充分发展的 Darcy-Forchheimer 混合对流

第一完成单位：巴林大学（巴林）

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260719316177>

2.Turkyilmazoglu M. Single phase nanofluids in fluid mechanics and their hydrodynamic linear stability analysis[J]. COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE,2020,187(105171).

热点论文&高被引论文

中文标题：流体力学中单相纳米流体及其流体动力学线性稳定性分析

第一完成单位：哈切特佩大学（土耳其）

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260719316980>

3.Schlemper J, Oktay O, Schaap M, et al. Attention gated networks: Learning to leverage salient regions in medical images[J]. MEDICAL IMAGE ANALYSIS,2019,53:197-207.

热点论文&高被引论文

中文标题：注意力门控网络：学习关注于医学图像中的显著区域

第一完成单位：伦敦帝国理工学院（英国）

全文链接：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361841518306133?via%3Dihub>

4.Pittenger M F, Discher D E, Peault B M, et al. Mesenchymal stem cell perspective: cell biology to clinical progress[J]. NPJ REGENERATIVE MEDICINE,2019,4(221).

热点论文&高被引论文

中文标题：间充质干细胞前景:从细胞生物学到临床进展

第一完成单位：马里兰州大学（美国）

全文链接：<https://www.nature.com/articles/s41536-019-0083-6.pdf>

5.Distler T, Boccaccini A R. 3D printing of electrically conductive hydrogels for tissue engineering and biosensors - A review[J]. ACTA BIOMATERIALIA,2020,101:1-13.

高被引论文

中文标题：用于组织工程和生物传感器的导电水凝胶的 3D 打印

第一完成单位：弗里德里希-亚历山大 埃尔朗根-纽伦堡大学（德国）

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706119306099>

6.Thakkar S, Sharma D, Kalia K, et al. Tumor microenvironment targeted nanotherapeutics for cancer therapy and diagnosis: A review[J]. ACTA BIOMATERIALIA,2020,101:43-68.

高被引论文

中文标题：肿瘤微环境靶向纳米疗法用于癌症治疗和诊断

第一完成单位：艾哈迈达巴德国立制药研究所（印度）

全文链接：
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174270611930621X?via%3Dihub>

7.Makvandi P, Gu J T, Zare E N, et al. Polymeric and inorganic nanoscopical antimicrobial fillers in dentistry[J]. ACTA BIOMATERIALIA,2020,101:69-101.

高被引论文

中文标题：牙科用高分子和无机纳米抗菌填料

第一完成单位：意大利国家研究委员会

全文链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706119306373?via%3Dihub>

8.Li Y, Pavanram P, Zhou J, et al. Additively manufactured biodegradable porous zinc[J]. ACTA BIOMATERIALIA,2020,101:609-623.

高被引论文

中文标题: 通过增材制造技术生产可生物降解多孔锌

第一完成单位: 代尔夫特科技大学 (荷兰)

全文链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706119307135>

9.Bartlett R H, Ogino M T, Brodie D, et al. Initial ELSO Guidance Document: ECMO for COVID-19 Patients with Severe Cardiopulmonary Failure[J]. ASAIO JOURNAL,2020,66(5):472-474.

高被引论文

中文标题: 初始 ELSO 指导文件: ECMO 用于治疗有严重心肺衰竭的新冠肺炎患者

第一完成单位: 体外生命支持组织 (美国)

全文链接:

https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2020/05000/Initial_ELSO_Guidance_Document_ECMO_for_COVID_19.3.aspx

10.Li X, Guo Z, Li B, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Coronavirus Disease 2019 in Shanghai, China[J]. ASAIO JOURNAL,2020,66(5):475-481.

高被引论文

中文标题: 中国上海使用体外膜氧合 (ECMO) 技术治疗新型冠状病毒肺炎

第一完成单位: 复旦大学

全文链接:

https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2020/05000/Extracorporeal_Membrane_Oxygenation_for.4.aspx

11.Vallabhajosyula S, O'Horo J C, Antharam P, et al. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation With Concomitant Impella Versus Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock[J]. ASAIO JOURNAL,2020,66(5):497-503.

高被引论文

中文标题：治疗心源性休克时单独使用静脉动脉体外膜氧合（VA ECMO）装置与同时使用 Impella 和 VA ECMO 装置的对比

第一完成单位：梅奥医学中心（美国）

全文链接：

https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2020/05000/Venoarterial_Extracorporeal_Membrane_Oxygenation.7.aspx

12.Chen J, Fan T, Xie Z, et al. Advances in nanomaterials for photodynamic therapy applications: Status and challenges[J]. BIOMATERIALS,2020,237(119827).

高被引论文

中文标题：纳米材料在光动力治疗中的应用进展:现状和挑战

第一完成单位：深圳大学

全文链接：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961220300739>

13.Cui L, Zhang J, Zou J, et al. Electroactive composite scaffold with locally expressed osteoinductive factor for synergistic bone repair upon electrical stimulation[J]. BIOMATERIALS,2020,230(119617).

高被引论文

中文标题：具有局部表达骨诱导因子的电活性复合支架在电刺激下的协同骨修复

第一完成单位：中国科学院

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961219307161>

14.Dong R, Ma P X, Guo B. Conductive biomaterials for muscle tissue engineering[J]. BIOMATERIALS,2020,229(119584).

高被引论文

中文标题：用于肌肉组织工程的导电生物材料

第一完成单位：西安交通大学

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961219306830>

15. Yang Z, Wang J, Liu S, et al. Defeating relapsed and refractory malignancies through a nano-enabled mitochondria-mediated respiratory inhibition and damage pathway[J]. BIOMATERIALS, 2020, 229(119580).

高被引论文

中文标题：使用纳米技术以线粒体介导的细胞呼吸抑制与破坏方式治疗复发与难治性恶性肿瘤

第一完成单位：南京大学

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961219306799>

16. Qiu P, Li M, Chen K, et al. Periosteal matrix-derived hydrogel promotes bone repair through an early immune regulation coupled with enhanced angio- and osteogenesis[J]. BIOMATERIALS, 2020, 227(119552).

高被引论文

中文标题：骨膜基质衍生水凝胶通过早期免疫调节和增强血管和成骨作用促进骨修复

第一完成单位：浙江大学

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961219306519>

17. Matai I, Kaur G, Seyedsalehi A, et al. Progress in 3D bioprinting technology for tissue/organ regenerative engineering[J]. BIOMATERIALS, 2020, 226(119536).

高被引论文

中文标题：用于组织/器官再生工程的 3D 生物打印技术进展

第一完成单位：中央科学仪器组织（印度）

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961219306350>

18. Abbas N, Malik M Y, Nadeem S. Transportation of magnetized micropolar hybrid nanomaterial fluid flow over a Riga surface[J]. COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE, 2020, 185(105136).

高被引论文

中文标题：磁性微极混合纳米流体在 Riga 曲线上的流动

第一完成单位：奎德阿萨姆大学（巴基斯坦）

全文链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260719317559>

19.Chang C, Hsu S, Pion-Tonachini L, et al. Evaluation of Artifact Subspace Reconstruction for Automatic Artifact Components Removal in Multi-Channel EEG Recordings[J]. IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING,2020,67(4):1114-1121.

高被引论文

中文标题：多通道 EEG 记录自动伪影去除的伪影子空间重构评价

第一完成单位：加州大学圣地亚哥分校（美国）

全文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8768041>

20.Condino S, Carbone M, Piazza R, et al. Perceptual Limits of Optical See-Through Visors for Augmented Reality Guidance of Manual Tasks[J]. IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING,2020,67(2):411-419.

高被引论文

中文标题：AR 引导的手动任务中光学透视头戴显示器的感知局限

第一完成单位：比萨大学（意大利）

全文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8707062>

21.Qian P, Chen Y, Kuo J, et al. mDixon-Based Synthetic CT Generation for PET Attenuation Correction on Abdomen and Pelvis Jointly Using Transfer Fuzzy Clustering and Active Learning-Based Classification[J]. IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING,2020,39(4):819-832.

高被引论文

中文标题：基于 mDixon 序列，使用迁移模糊聚类与主动学习相结合的分类法进行 PET 衰减校正的腹部与骨盆 sCT 生成方法

第一完成单位：江南大学

全文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8804223>

22.You C, Li G, Zhang Y, et al. CT Super-Resolution GAN Constrained by the Identical, Residual, and Cycle Learning Ensemble (GAN-CIRCLE)[J]. IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING,2020,39(1):188-203.

高被引论文

中文标题：限于一致、残差与循环学习集成的基于 GAN 的 CT 图像超分辨率方法

第一完成单位：斯坦福大学(美国)

全文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8736838>

23.Park S, Won D D, Lee B J, et al. A mountable toilet system for personalized health monitoring via the analysis of excreta[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING,2020,4(6):624-635.

高被引论文

中文标题：通过分析排泄物进行个性化健康监测的可安装马桶系统

第一完成单位：斯坦福大学（美国）

全文链接：

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC7377213&blobtype=pdf>

24.Prevot P, Geher K, Arcizet F, et al. Behavioural responses to a photovoltaic subretinal prosthesis implanted in non-human primates[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING,2020,4(2):172-180.

高被引论文

中文标题：非人类灵长类动物对植入光伏视网膜下人工假体的行为反应

第一完成单位:索邦大学（法国）

全文链接：<https://www.nature.com/articles/s41551-019-0484-2>

25.Abbott J, Ye T, Krennek K, et al. A nanoelectrode array for obtaining intracellular recordings from thousands of connected neurons[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING,2020,4(2):232-241.

高被引论文

中文标题：一种可从数千个相连的神经元中获取细胞内记录的纳米电极阵列

第一完成单：哈佛大学（美国）

全文链接：<https://www.nature.com/articles/s41551-019-0455-7>

26. Levy J M, Yeh W, Pendse N, et al. Cytosine and adenine base editing of the brain, liver, retina, heart and skeletal muscle of mice via adeno-associated viruses[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING, 2020, 4(1): 97-110.

高被引论文

中文标题：通过腺相关病毒对小鼠的大脑，肝脏，视网膜，心脏和骨骼肌进行胞嘧啶和腺嘌呤碱基编辑

第一完成单位：博德研究所（美国）

全文链接：

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6980783&blobtype=pdf>

27. Yang Z, Shi J, Xie J, et al. Large-scale generation of functional mRNA-encapsulating exosomes via cellular nanoporation[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING, 2020, 4(1): 69-83.

高被引论文

中文标题：通过细胞纳米穿孔技术大规模生产携带功能性 mRNA 的外泌体

第一完成单位：俄亥俄州立大学（美国）

全文链接：

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC7080209&blobtype=pdf>

28. Lamson N G, Berger A, Fein K C, et al. Anionic nanoparticles enable the oral delivery of proteins by enhancing intestinal permeability[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING, 2020, 4(1): 84-96.

高被引论文

中文标题：阴离子纳米颗粒通过增强肠道通透性使口服蛋白质成为可能

第一完成单位：卡内基梅隆大学（美国）

全文链接：<https://www.nature.com/articles/s41551-019-0465-5>

29. Song C, Jiang T, Richter M, et al. Adenine base editing in an adult mouse model of tyrosinaemia[J]. NATURE BIOMEDICAL ENGINEERING, 2020, 4(1): 125-130.

高被引论文

中文标题：成年小鼠酪氨酸血症模型的腺嘌呤碱基编辑

第一完成单位:马萨诸塞大学（美国）

全文链接:

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6986236&blobtype=pdf>

因学科专业所限，难免出错，敬请批评指正；同时，也面向全校师生征集关注的领域和专题。联系方式：68754258，Email：jflai@lib.whu.edu.cn

（编辑：仲秋 姚雪霏）