

生物3D打印技术 行业分析白皮书

(第一版)

Version ID: 20250508

发布：



合作方：



上海市生物医药技术研究院
SHANGHAI INSTITUTE FOR BIOMEDICAL AND PHARMACEUTICAL TECHNOLOGIES



白皮书
white paper

前言

《生物3D打印技术行业分析白皮书》前沿聚焦

生物3D打印作为革新生物制造的前沿技术，通过生物材料、活细胞与生化因子的协同整合，以微米级逐层构建策略开创了体外功能组织/器官工程化制备的新范式。本技术深度赋能组织工程、再生医学及精准医疗三大领域，其突破性价值正加速重构现代医学产业格局。

相较于传统增材制造，该技术面临三维生物相容性基质构建、细胞活性维持、微环境精准调控等多重技术壁垒，涉及生物墨水开发、跨尺度打印工艺、设备系统集成等全链条创新突破。本白皮书立足全球技术演进脉络与产业转化路径，基于专利导航的宏观市场及数据系统解构生物3D打印的核心技术矩阵与商业应用图谱，为行业参与者提供战略决策支撑。

感谢合作伙伴对本白皮书的支持，更多信息请访问：www.3dsciencevalley.com

- 本报告将量化技术信息。
- 揭示生物3D打印产业的技术发展态势。
- 揭示研发热点，研究市场前景。
- 揭示区域布局与合作态势。
- 揭示主要创新主体等关键信息。
- 系统地了解产业的演化趋势。
- 为产业培育、建设和行业发展提供竞争情报和决策支持。
- 这对于科学地推动生物3D打印产业的发展具有紧迫性和重要性。
- 有助于响应国家政策，应对国际竞争。

概述

1 生物3D打印技术概述

◆生物3D打印技术是一种前沿的制造技术

- 其结合了生物材料、活细胞以及生化因子，通过逐层精确定位的方式，为体外功能化组织/器官的工程化制造提供强有力的手段。
- 应用领域主要包括组织工程、疾病模型和再生医学等。
- 与传统3D打印相比，生物3D打印涉及活细胞的使用。

◆生物3D打印在技术实现上更为复杂

- 主要挑战包括生物材料的选择、生物相容性、打印精度和制造效率等。

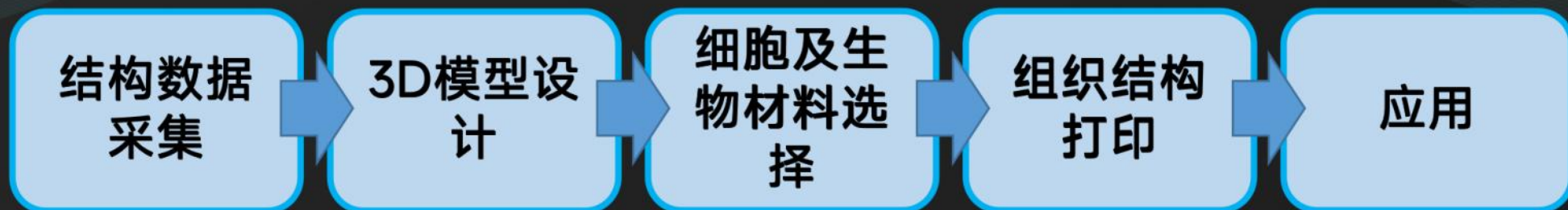
2 生物3D打印技术定义和基本流程

◆定义

- 生物3D打印技术是一种前沿的增材制造技术，通过层层添加的方式，使用活细胞、聚合物和其他生物材料等生物材料的组合来制造复杂的三维活体组织和器官结构。

◆特点

- 其核心在于利用计算机三维模型为指导，通过特制的“生物墨水”来构建人造器官和生物医学产品。有望为器官移植和再生医学提供替代方案，有潜力彻底改变医疗治疗的方式。



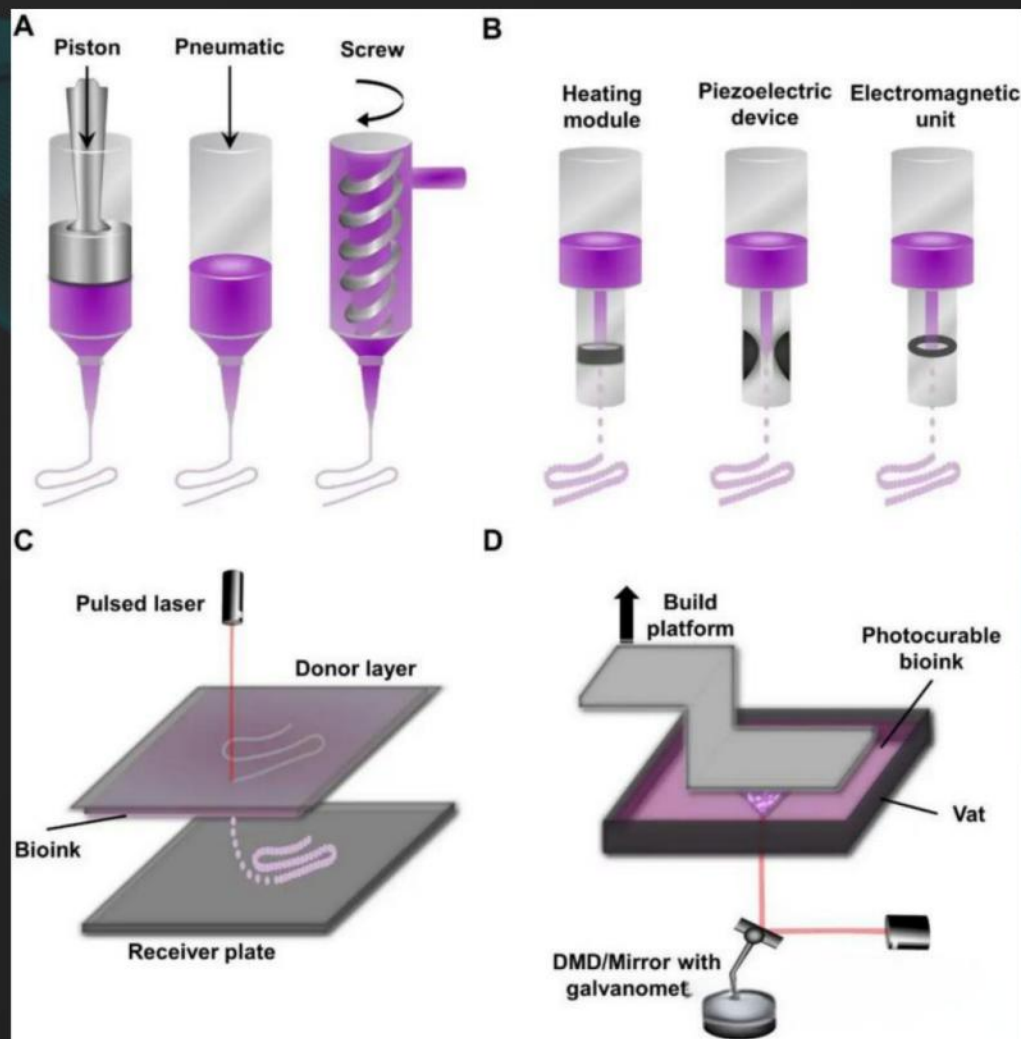
A. 挤出式生物打印

B. 喷墨生物打印

C. LIFT生物打印

(Laser-Induced Forward Transfer,
激光诱导正向转移)

D. 液体池光固化生物打印



4 中国生物3D打印技术发展现状

◆ 市场规模持续扩大

- 技术成熟与应用拓展推动市场增长
- 近年来年增长率保持较高水平，预计未来几年仍将稳定增长

◆ 技术创新能力不断增强

- 新材料、工艺和设备的探索以提高生物打印精度、速度和效率
- 探索并拓展医疗领域应用，如生物组织工程产品

◆ 产业链不断完善

- 上游（生物兼容性材料供应）中游（生物打印机制造）下游（生物打印服务）各环节加强合作与交流，形成协同发展局面

◆ 政策支持力度不断加大

- 政府出台资金扶持、税收优惠、人才培养等政策为行业发展提供保障和支持

5

行业产业链结构分析

• 产业链上游

- 重点：生物材料、生长因子和细胞等活性材料的研发和生产。
- 材料作为3D生物打印技术的基石，其研发水平直接影响生物打印制品的质量和功能。高质量生物材料能够有效模拟人体组织的结构和性能，为打印出具有生物活性的组织或器官奠定基础。

• 产业链中游

- 产业聚焦于生物打印设备的制造与生物打印服务的提供。
- 生物打印设备作为技术核心，其精度、稳定性和易用性直接影响打印效果。
- 生物打印服务作为中游产业的重要组成部分，提供专业的技术支持和解决方案，能够满足客户多样化的需求。

• 产业链下游

- 下游涵盖了医疗和生物制造领域的广泛应用。
- 医疗领域应用：用于制造各种人工组织和器官，为治疗疾病提供新可能。
- 生物制造领域应用：用于生产生物燃料、生物材料和生物传感器等产品。

◆ 全球市场

- 市场总体特点：市场规模不断扩大，技术日益成熟，应用范围广泛拓展。
- 市场规模预测：据北京研精毕智预测，到2026年，全球3D生物打印机市场规模有望达到94亿美元，年复合增长率高达24.5%。
- 技术与应用进展：3D生物打印技术取得长足进步，应用范围和精度不断提升。科学家已成功打印出高复杂度和精度的功能器官（如心脏、肾脏、肝脏），为医学领域器官移植带来希望，为病患带来福音。
- 未来展望：随着技术不断成熟和完善，有望彻底改变医疗保健领域格局，为更多患者带来福音。

7 生物3D打印技术的发展前景

◆ 生物3D打印技术的精确性提升

- 算法优化和硬件性能提升
- 打印出的更加精细且与真实生物体高度相似的组织 and 器官结构

◆ 材料研究领域的进展

- 开发更符合人体环境需求的生物材料，以提高打印器官和组织的生物相容性，降低免疫原性，增强耐用性

◆ 推动个性化医疗发展

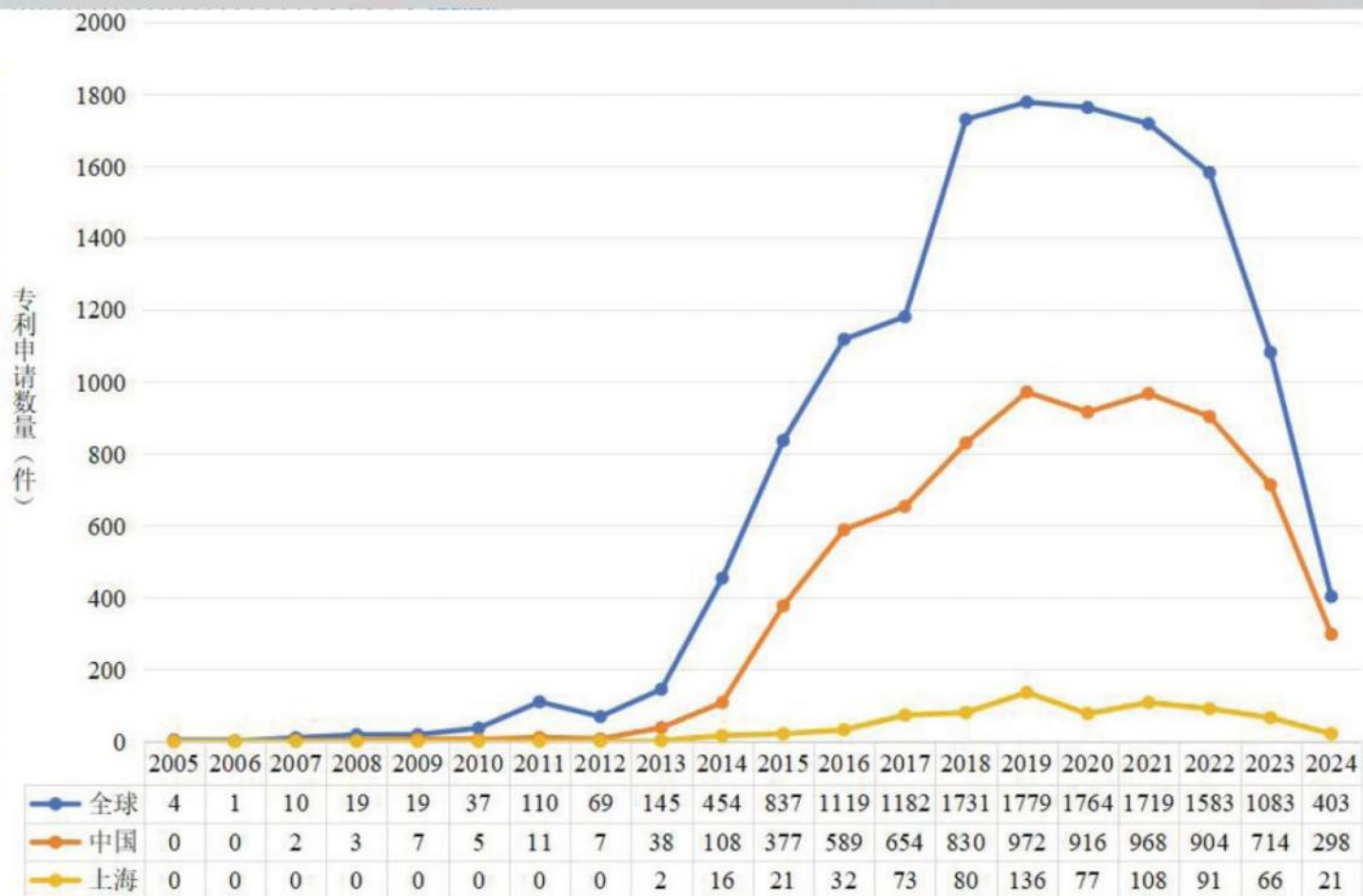
- 通过个性化定制器官和组织，提高治疗的精准性和效率，显著提升患者生活质量

◆ 与其他领域的深度融合

- 生物3D打印行业探索与人工智能、大数据等领域的深度融合，实现更智能化、自动化的打印过程
- 与生物科技、制药等领域合作，推动药物研发和疾病治疗的进步

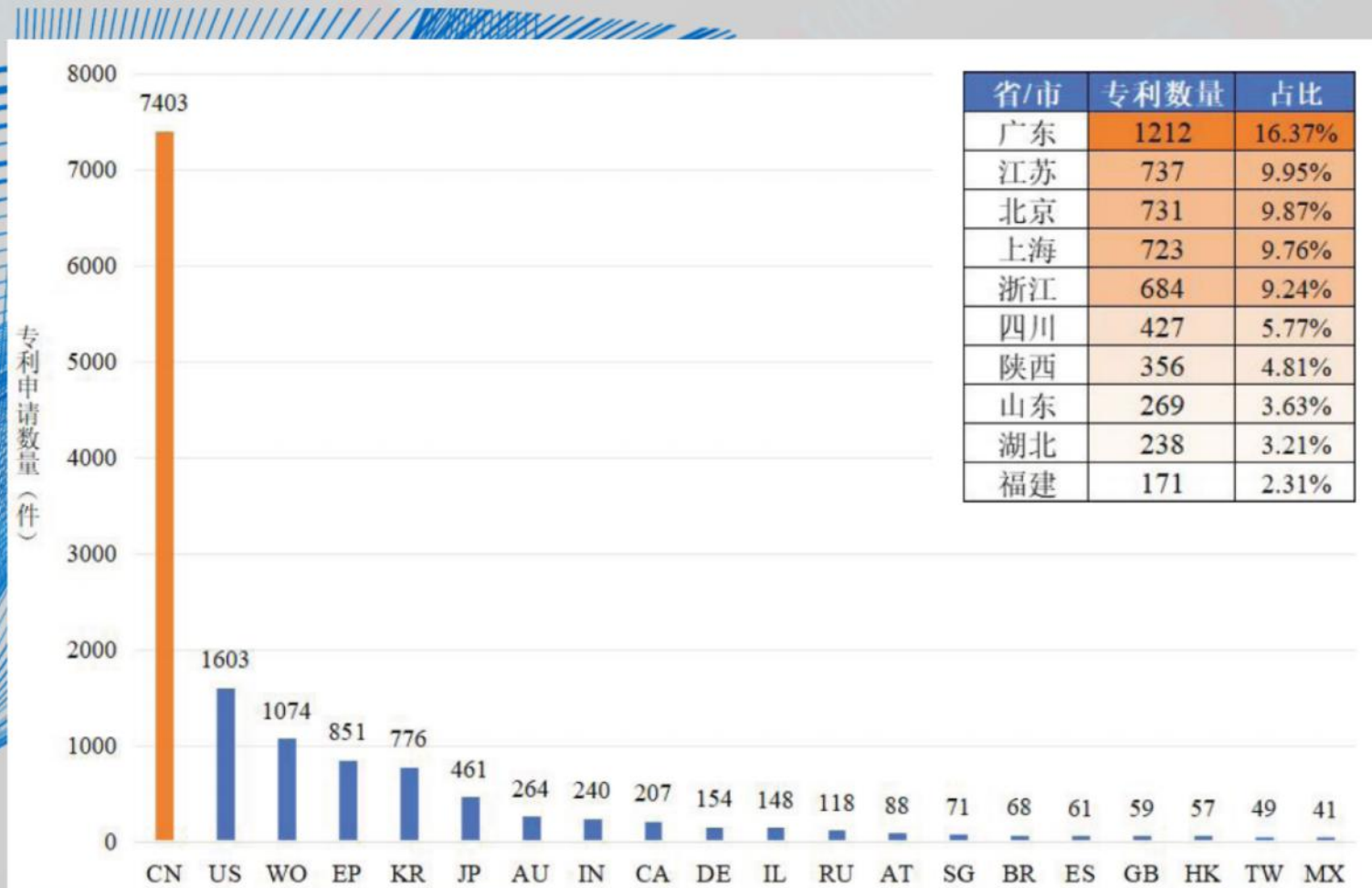
基于专利导航的宏观市场及数据

生物3D打印技术数量发展态势（以专利申请为例）

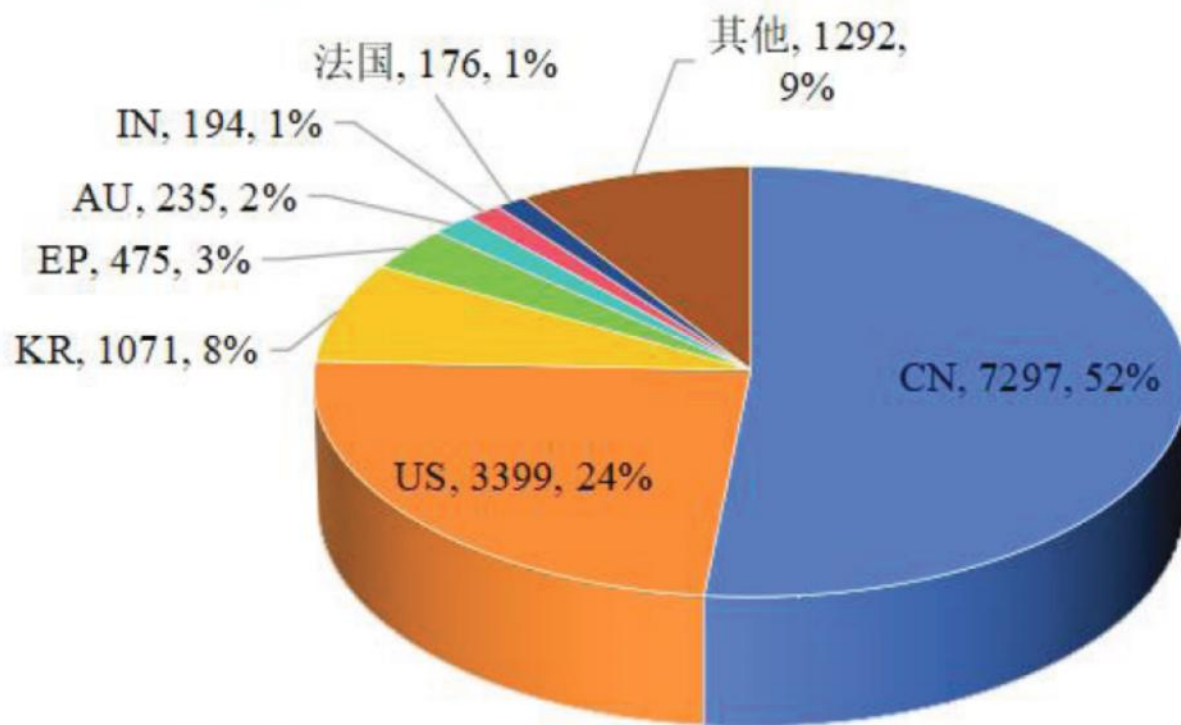


生物3D打印技术专利数量发展态势图

2 全球地区及中国专利布局情况

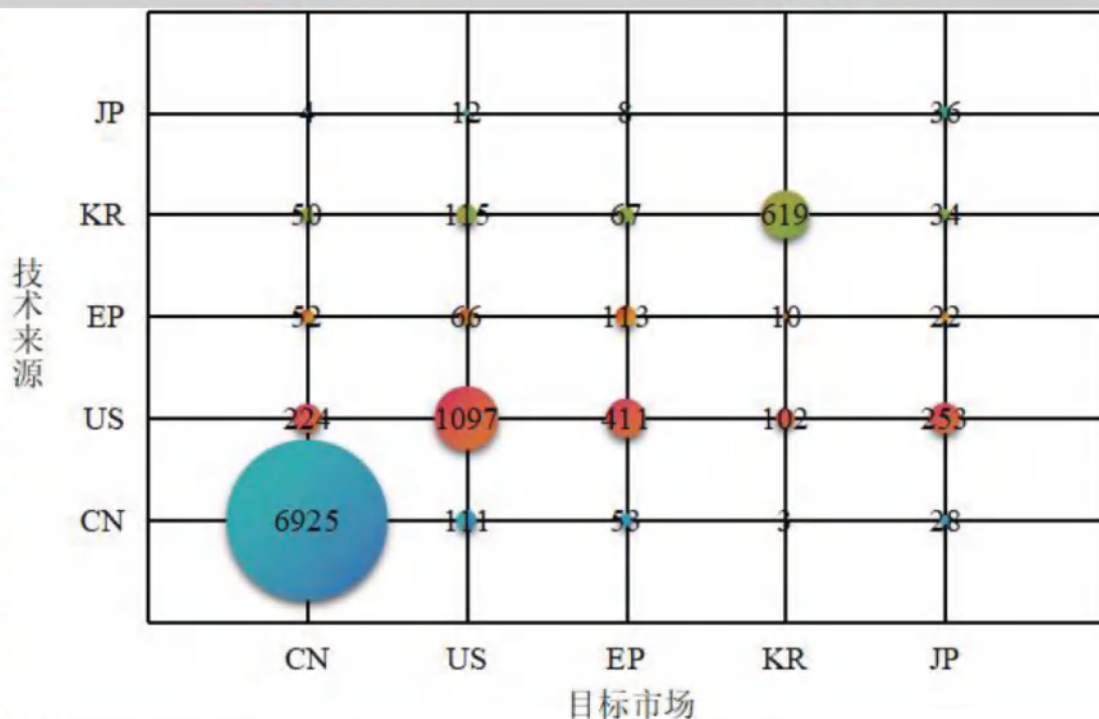


技术来源国分布



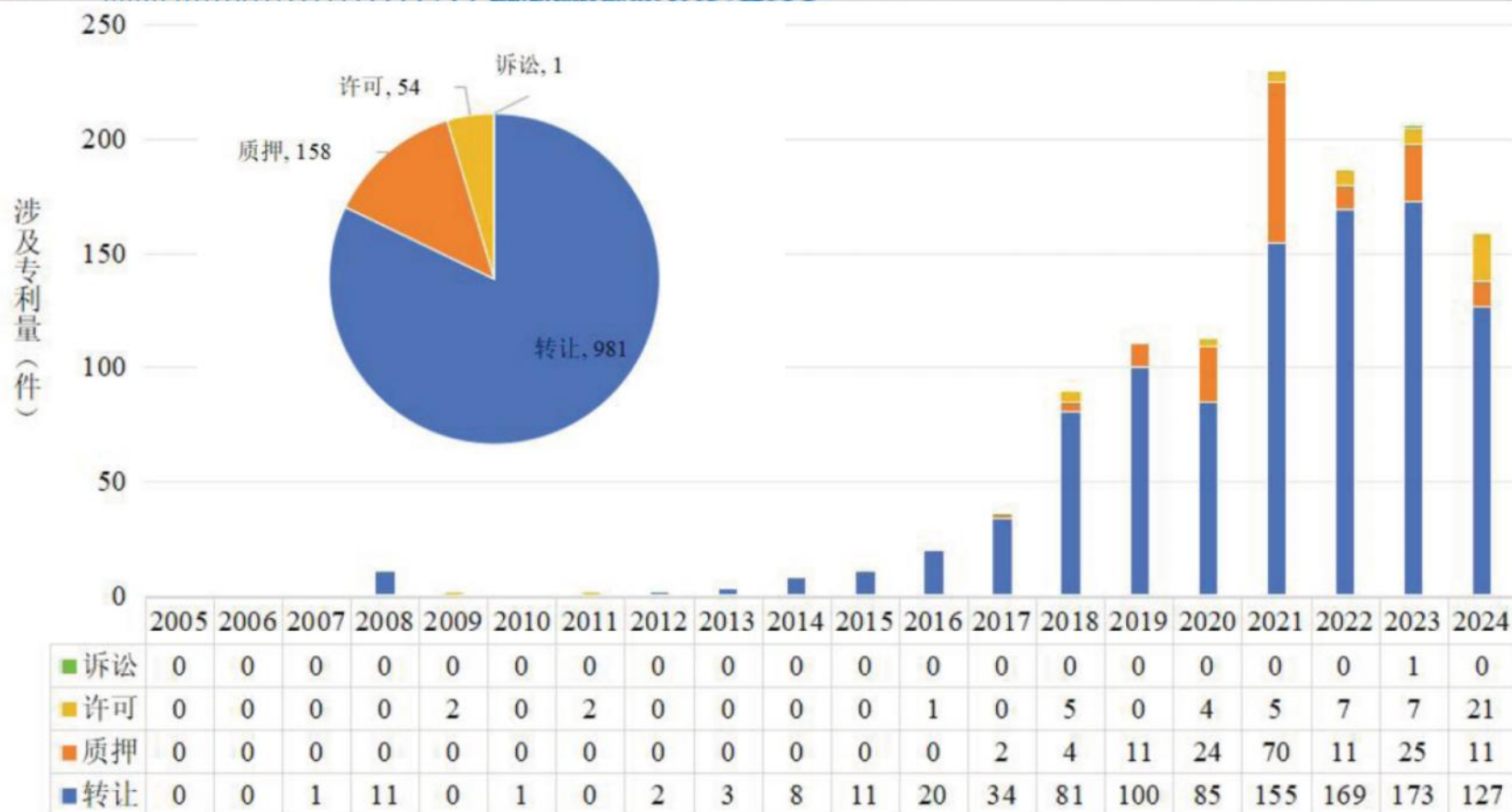
在生物3D打印这一充满潜力的领域，全球技术来源国的分布呈现出明显的集聚效应。中国以7297件专利申请量高居榜首，占全球总量的52%，紧随其后的是美国，其是3399件专利的最早优先权国，数量位居第二，其在核心技术与产品研发方面引领全球。

技术流向统计

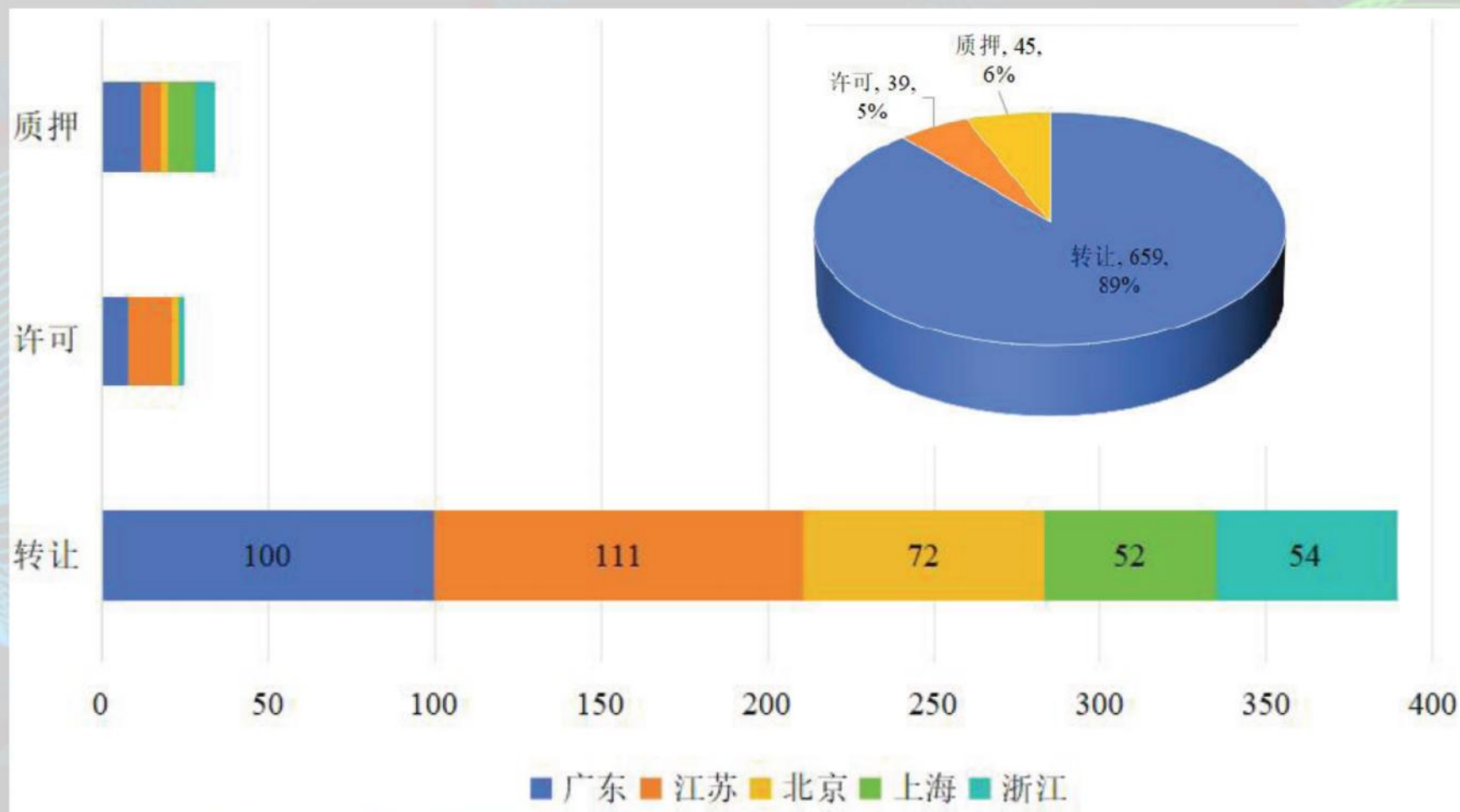


从生物3D打印技术五局流向情况图中可以看出，技术来源为中国的专利主要集中布局在中国本土，共出现6925件专利，占比高达94.90%。相比之下美国在非本国的目标市场上的专利布局比中国要广泛得多，首先美国在中国市场的专利布局就出现了224件专利，几乎是中国在美国市场布局量的两倍，但中国市场并不是美国的主要布局国家，排在前两位的分别是欧洲和日本，分别出现411件和253件专利，反映了美国在全球生物3D打印领域的积极扩张和竞争姿态。

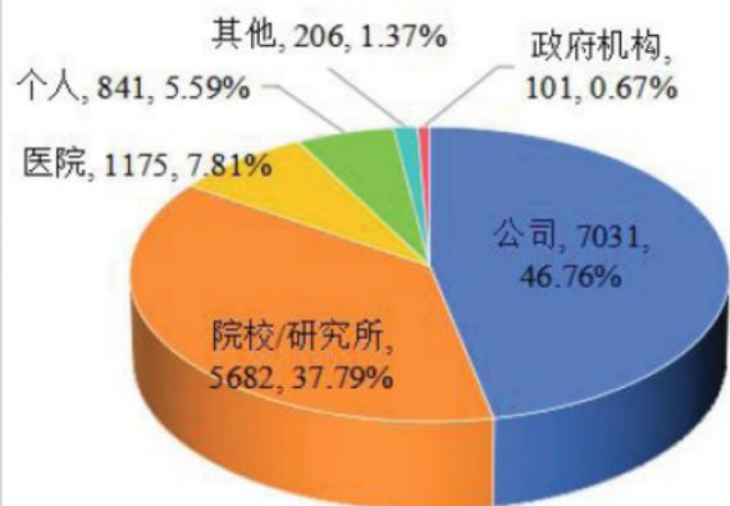
专利运营情况



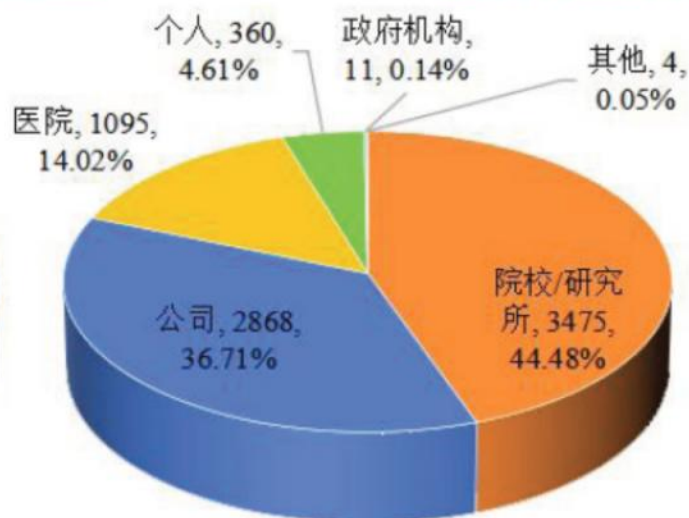
专利运营情况（中国）



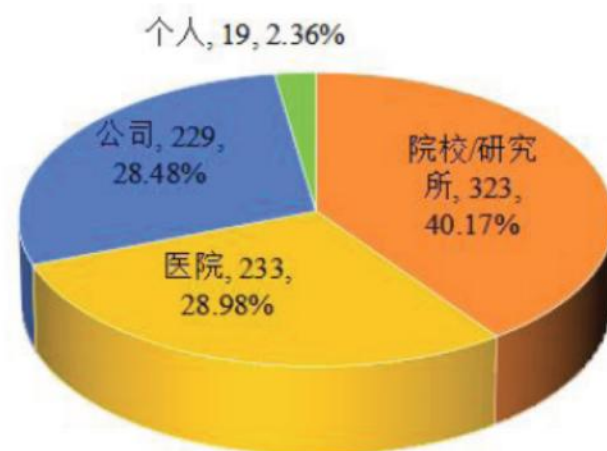
全球



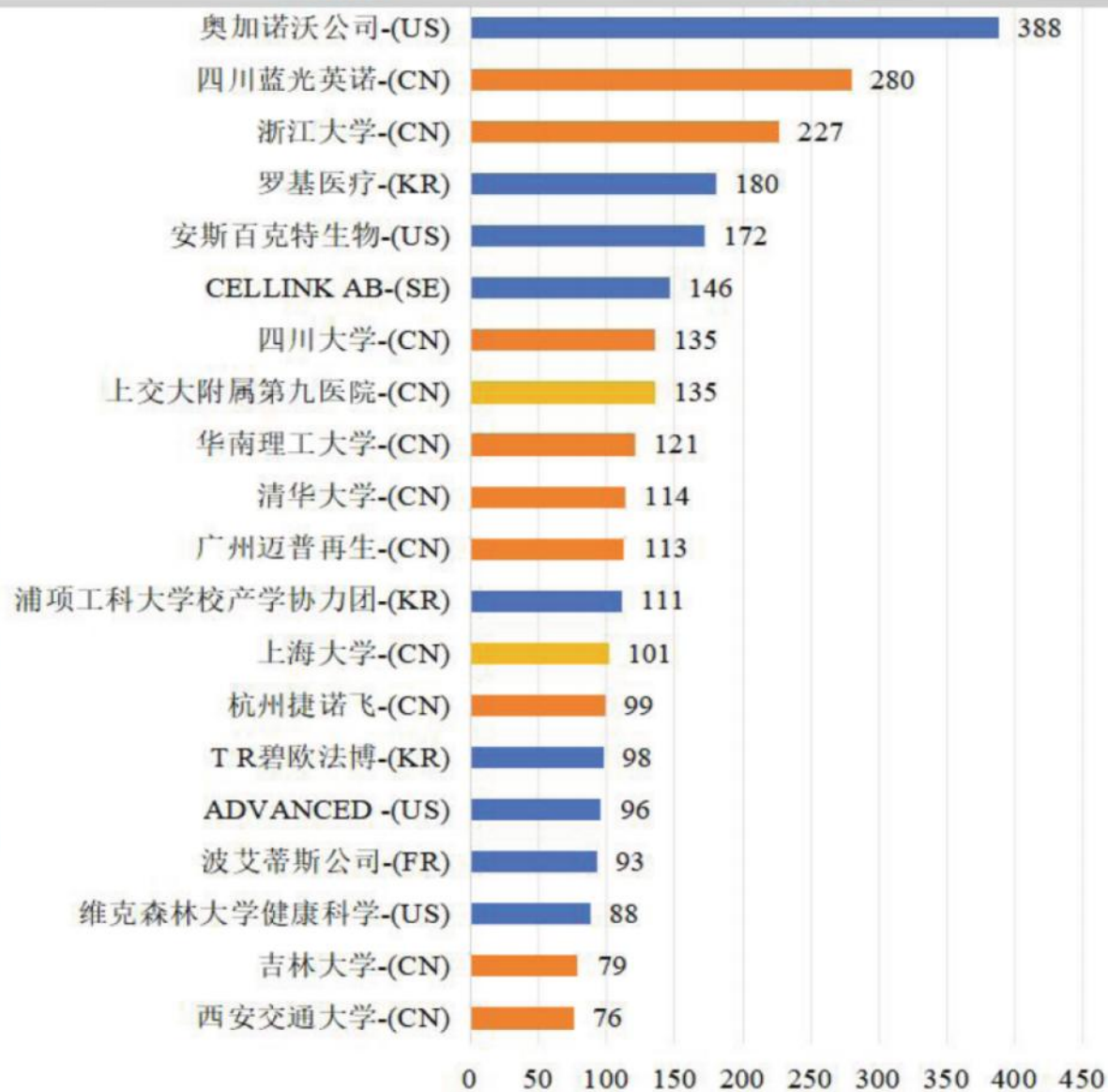
中国



上海



专利数量排名 (top20)

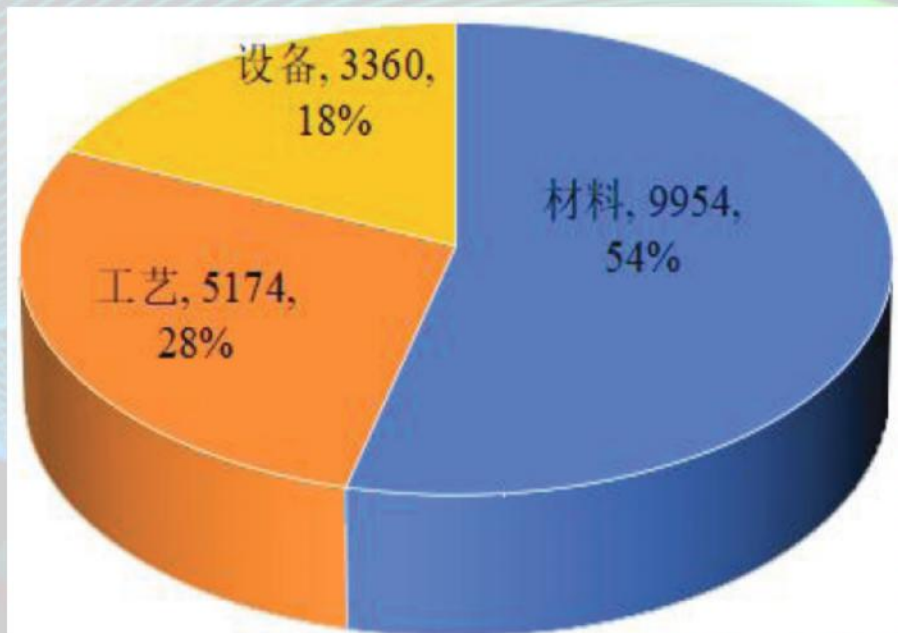


- 在1993年美国地区就已出现生物3D打印相关技术积累，目前处于技术快速发展期。
- 中国在这块领域中略微落后于全球，自2014年后开始快速增长。
- 广东相关技术积累最多，其次为江苏、北京、上海和浙江，都处在经济较为发达区域，拥有良好的科研基础和产业配套。
- 中国在生物3D打印领域的技术积累，后续流向主要局限于中国本土；但美国在非本国的目标市场上比中国要广泛和活跃得多，反映了美国在全球生物3D打印领域的积极扩张和竞争姿态。
- 在技术所有主体方面，全球范围内，公司占有占比最高，表明商业实体在全球该产业中占据主导地位，但中国的最高占比主体是医院和院校/研究所，反映出相关技术依然有待有效转化。

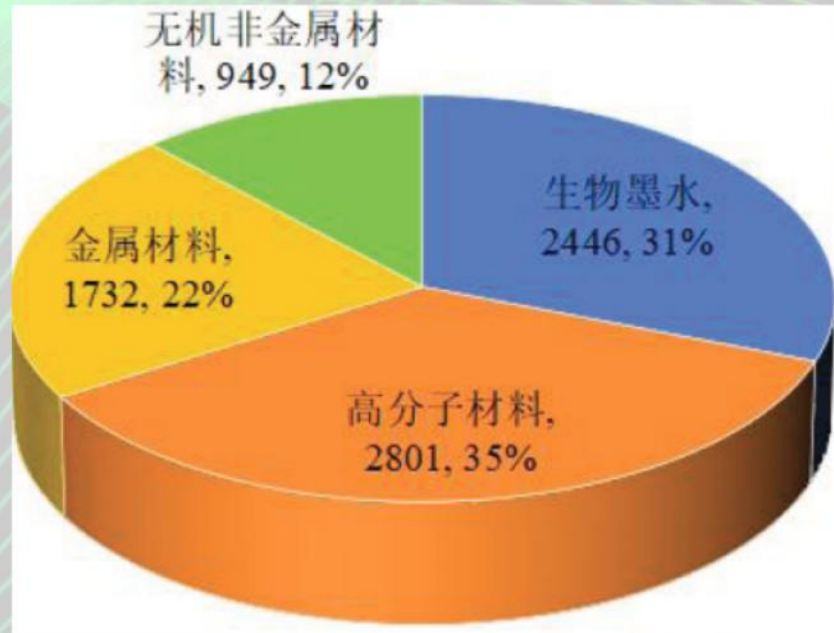
基于专利导航的重点关注技术方向

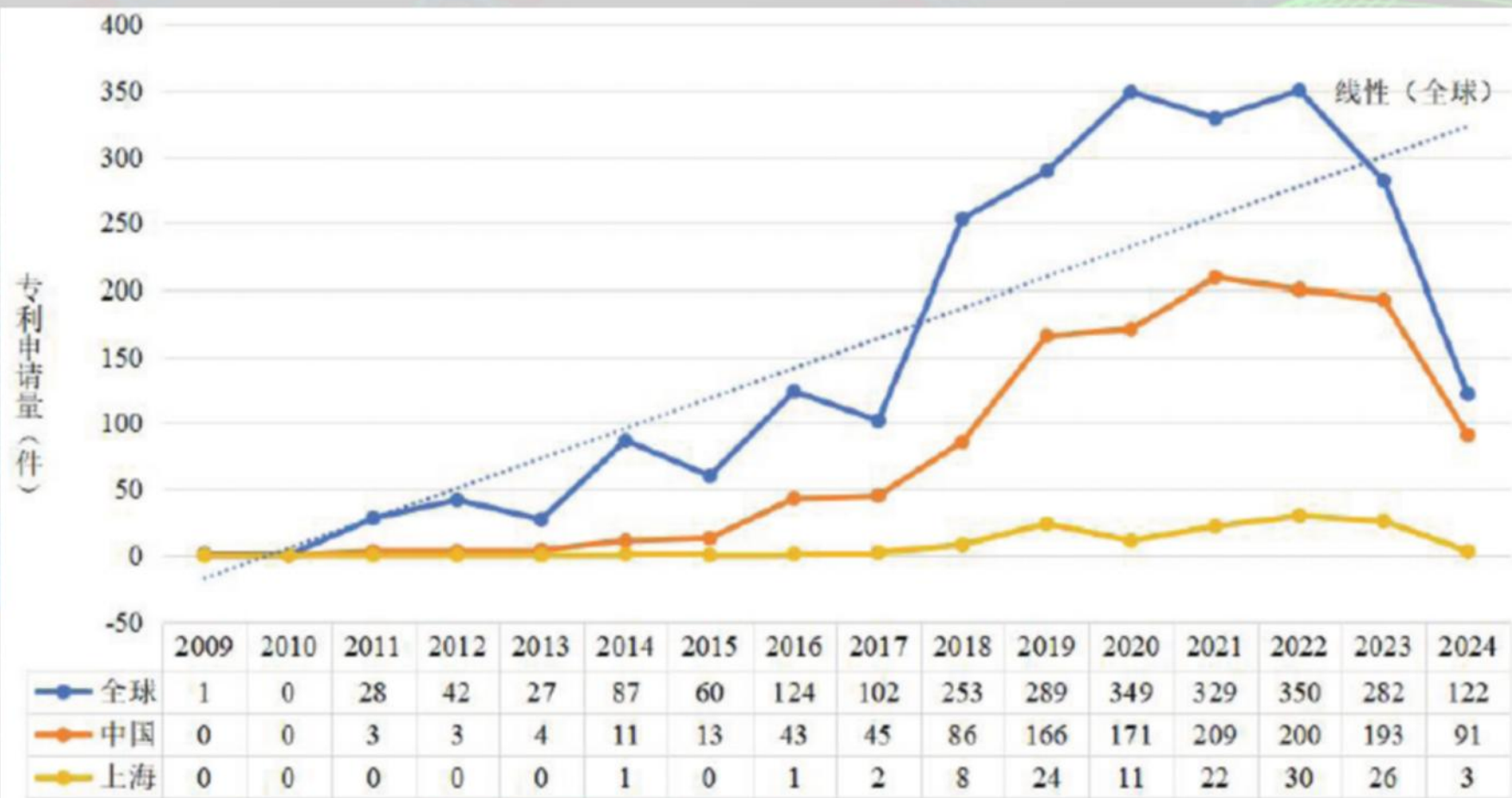
1 生物3D打印细分技术分布

技术主题

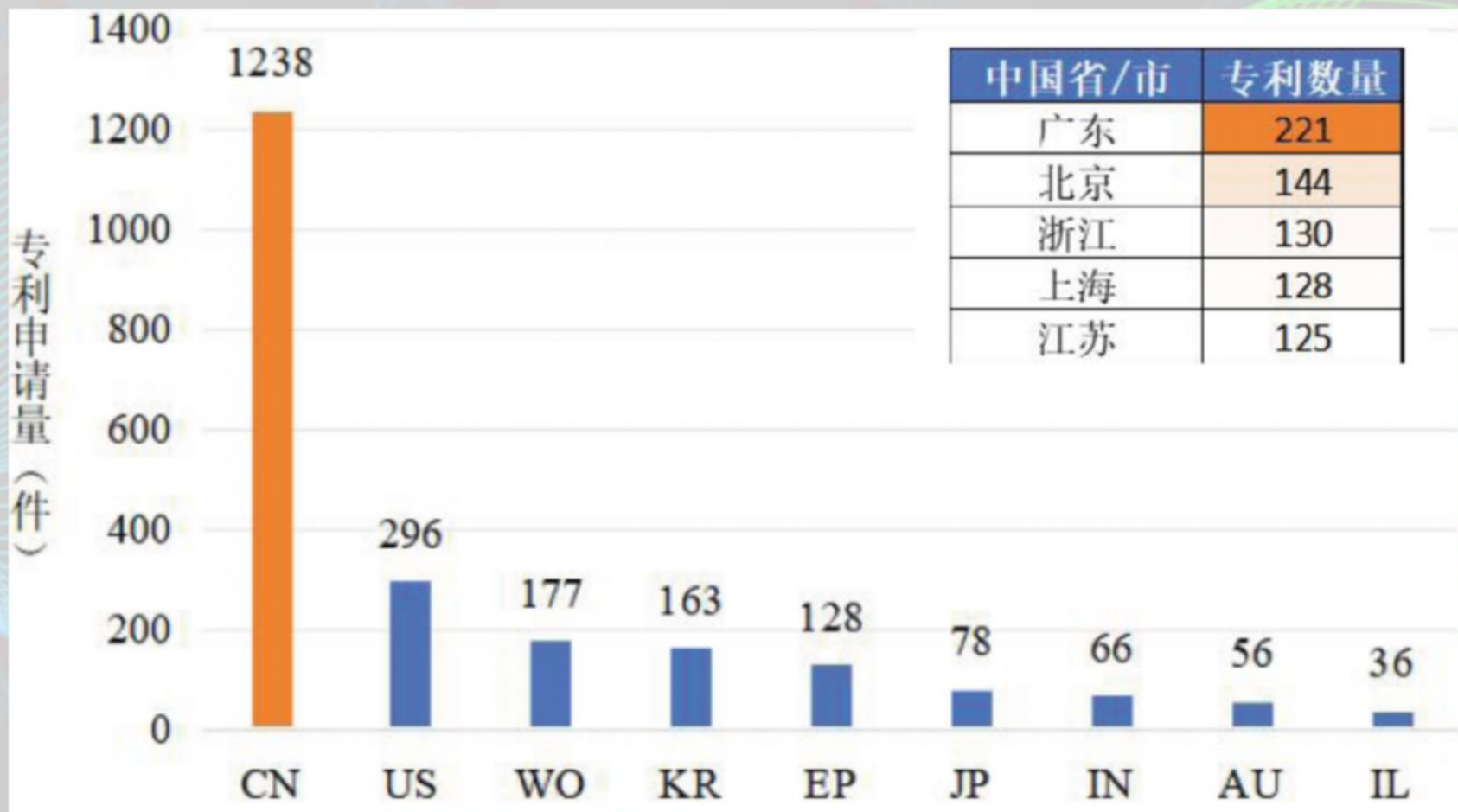


材料分布

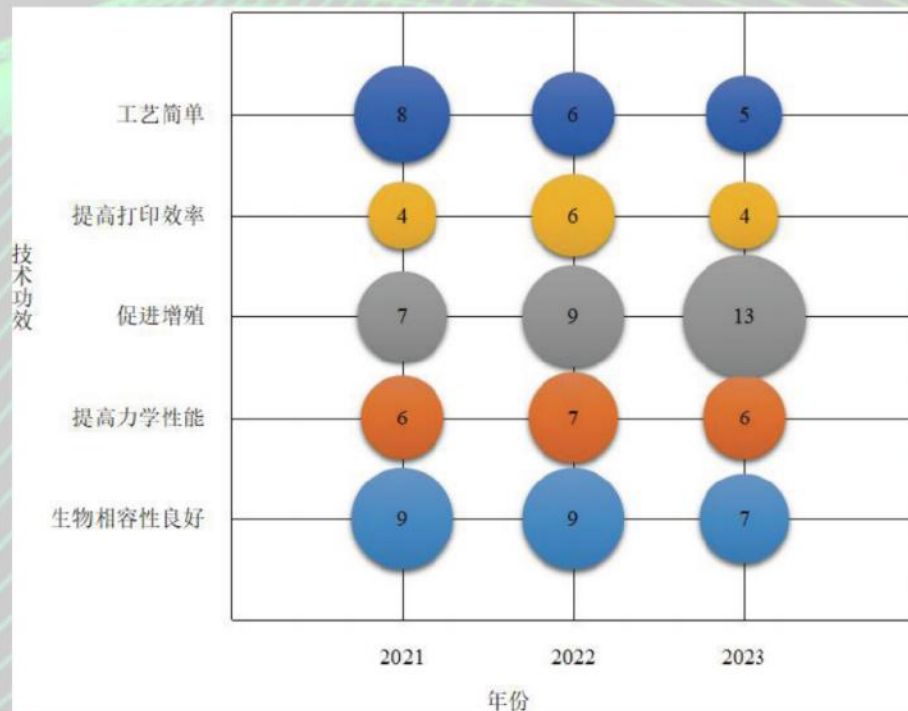
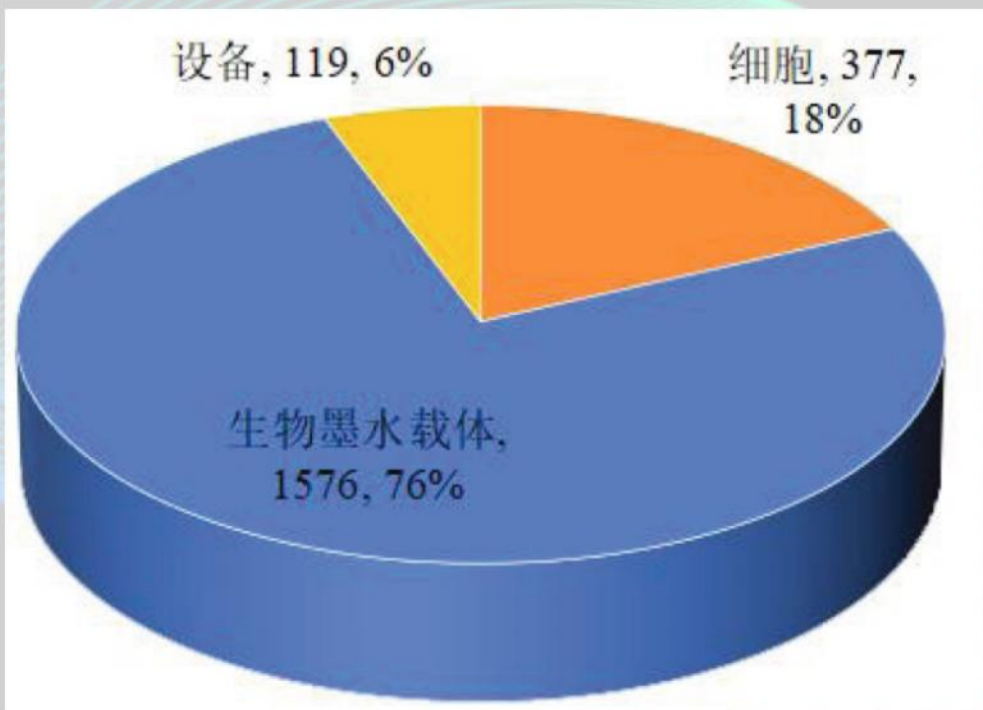




生物墨水技术专利申请数量发展态势



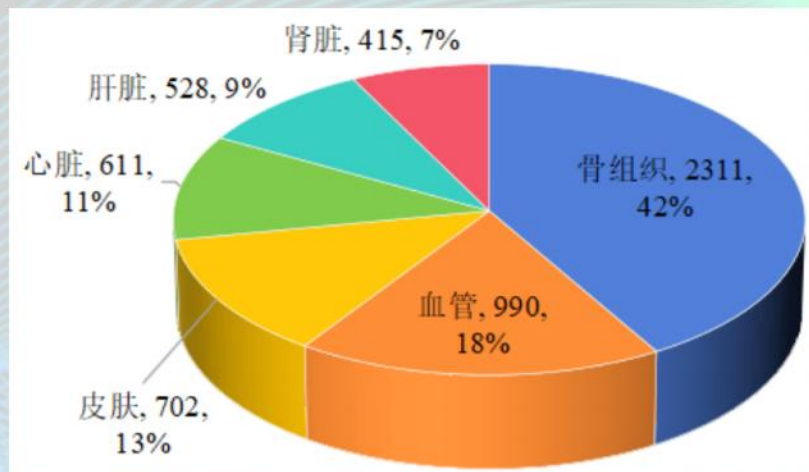
生物墨水全球地区布局情况



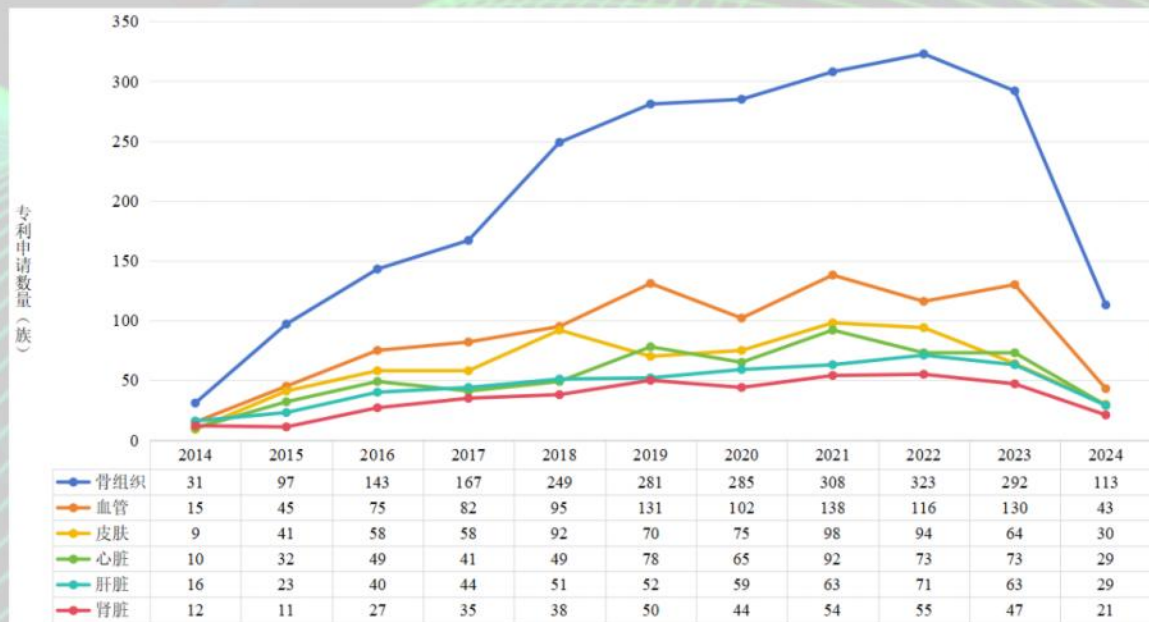
生物墨水热点技术方向——权利人分析



生物墨水主要专利权人 (蓝：海外；橘：中国)



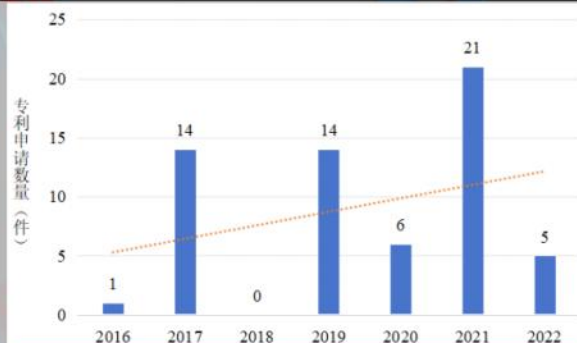
生物3D打印技术打印部位应用分布



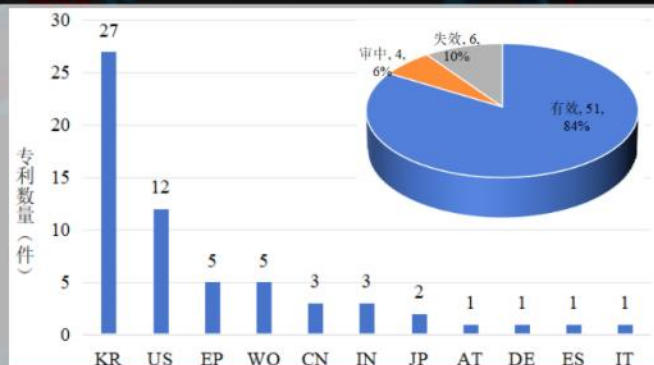
生物3D打印技术打印部位专利申请趋势

7 重点关注权利人分析——设备领域

◆ 罗基医疗保健公司 (Rokit)



罗基医疗设备专利申请趋势

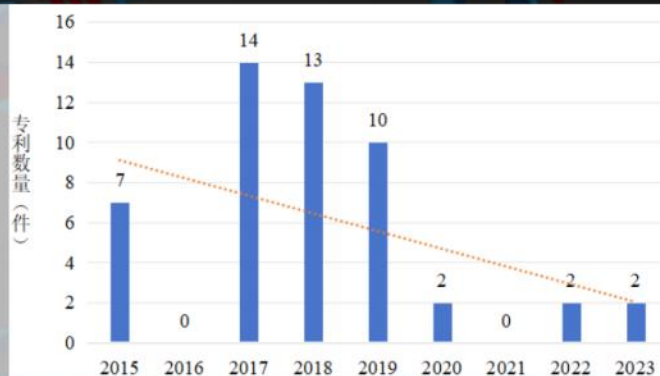


罗基医疗设备专利区域布局以及法律状态

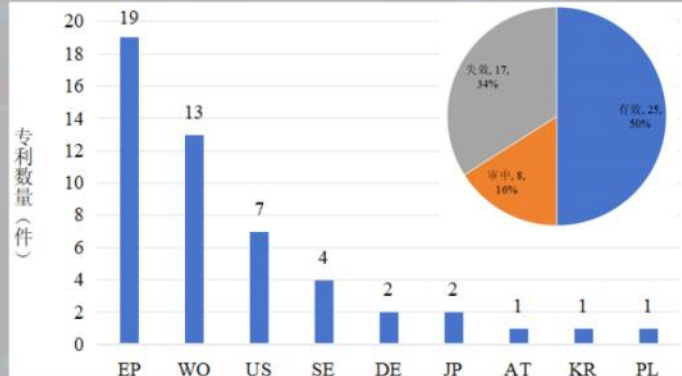
近几年设备典型专利

序号	公开(公告)号	标题	简单法律状态	申请日	保护主题
1	US20230173743A1	可自动调平的生物打印机及其自动调平方法	审中	2022-08-30	设备
2	US11787113B2	应用生物材料冷冻硬化方法的生物打印机及其冷冻硬化方法	有效	2022-08-30	设备
3	KR1020210151011A	生物3D打印机的注射器输出控制装置和方法	有效	2021-09-23	设备
4	KR102357162B1	生物3D打印机室环境控制装置	有效	2020-06-09	设备
5	KR102308150B1	用于生物 3D 打印机的注射器模块	有效	2020-06-04	设备

◆ Cellink



CELLINK生物墨水专利申请趋势



CELLINK生物墨水专利区域布局以及法律状态

近几年生物墨水典型专利

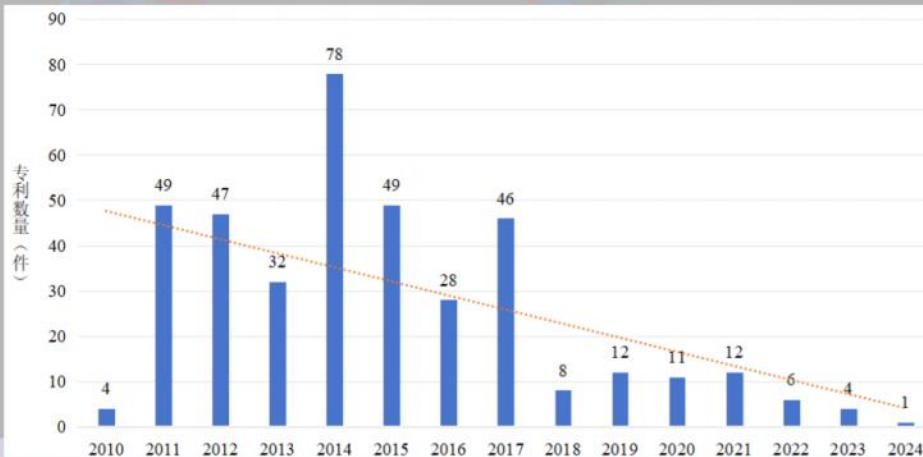
序号	公开(公告)号	标题	简单法律状态	申请日	材料类型
1	WO2024084040A1	用于基于光的生物打印应用的生物墨水水溶液以及使用该生物墨水水溶液的方法	PCT指定期内	2023-10-20	生物墨水
2	WO2023161352A1	珊瑚生物墨水	PCT指定期内	2023-02-23	生物墨水
3	EP3799571A4	biogum 和植物胶水凝胶生物墨水,用于体外培养和移植的组织结构的生理 3D 生物打印	审中	2019-10-25	生物墨水
4	WO2020077118A1	双网络生物墨水	PCT指定期满	2019-10-10	生物墨水
5	WO2019122351A1	用于体外培养和移植的人体组织生理 3D 生物打印的组织特异性人体生物墨水	PCT指定期满	2018-12-21	生物墨水
6	US11648336B2	用于修复骨缺损的 3D 生物打印生物墨水的制备和应用,基于具有天然或合成磷酸钙颗粒的纤维素纳米纤维水凝胶	有效	2017-10-27	生物墨水

◆ Bioink Solutions

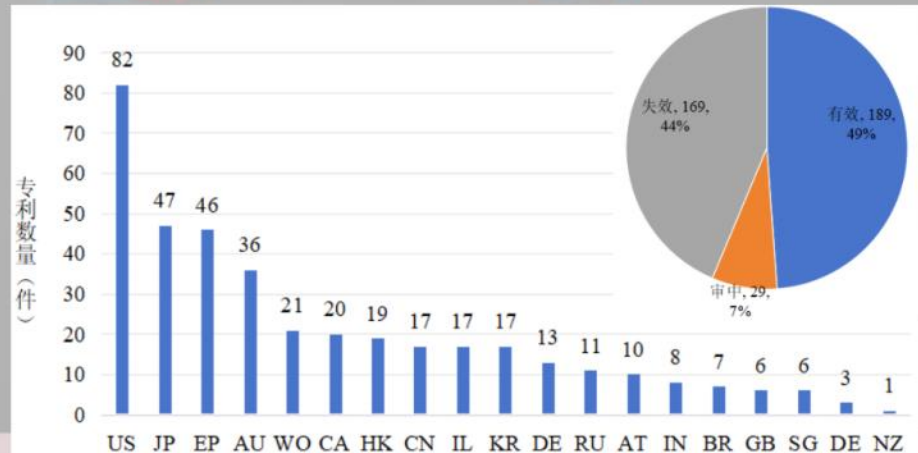
序号	公开(公告)号	标题	简单法律状态	申请日	材料类型
1	KR1020170012099A	具有改进的物理和生物特性的生物墨水组合物	有效	2016-07-21	生物墨水
2	US20180280578A1	具有改进的物理和生物学特性的生物墨水组合物	失效	2016-07-21	生物墨水
3	KR101913374B1	具有改进的物理和生物特性的生物墨水组合物	有效	2016-07-21	生物墨水
4	DE602016048253T2	具有改进的物理和生物特性的生物墨水组合物	有效	2016-07-21	生物墨水
5	AT1335308T	生物技术与物理和生物特征的结合	失效	2016-07-21	生物墨水
6	KR1020200052466A	含有骨形态发生蛋白并促进骨形成和成牙本质细胞分化的生物墨水组合物	失效	2018-10-31	生物墨水
7	KR1020200052467A	含有转化生长因子- β 并诱导软骨生成的功能性生物墨水组合物	失效	2018-10-31	生物墨水
8	KR1020200052468A	含有血管内皮生长因子并诱导血管生成的功能性生物墨水组合物	失效	2018-10-31	生物墨水

10 重点关注权利人分析——具体打印部位应用

◆ 奥加诺沃公司Organovo Holdings, Inc.



具体打印部位应用专利申请趋势

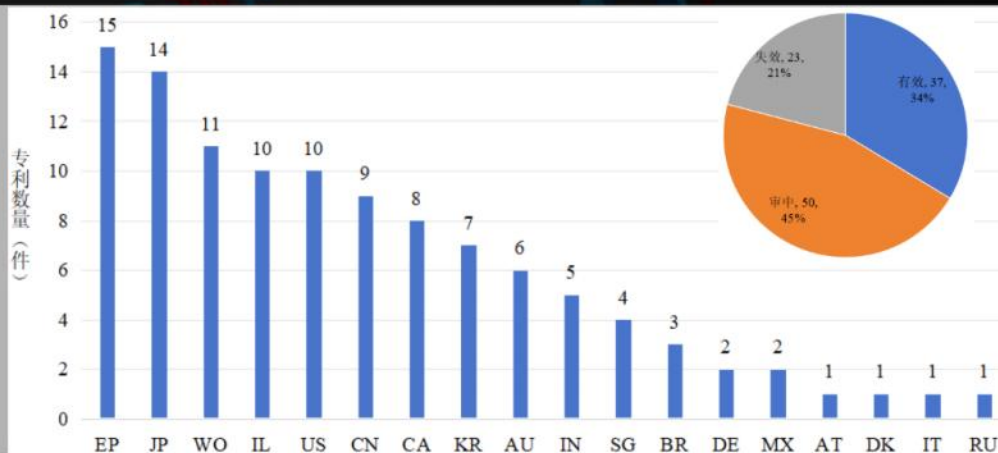
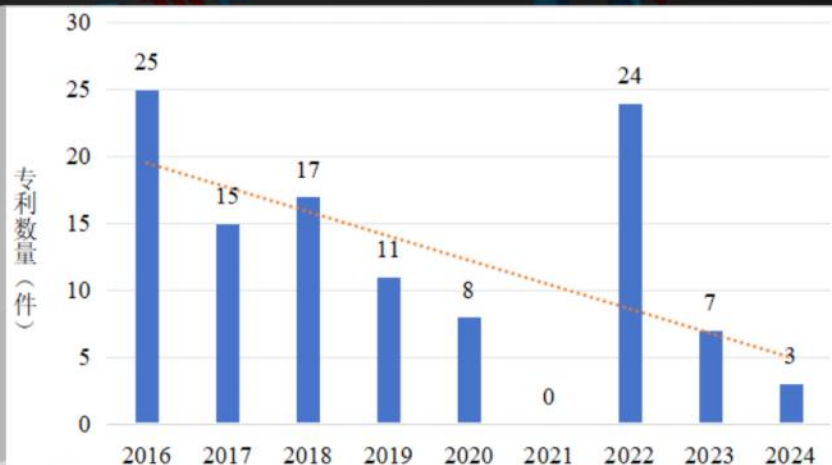


具体打印部位应用专利区域布局以及法律状态

序号	公开(公告)号	标题	简单法律状态	申请日	打印部位
1	AU2024201266A1	工程肾组织在检测中的应用	审中	2024-02-26	肾脏
2	AU2023203575A1	工程化肝组织、其阵列及其制备方法	失效	2023-06-08	肝脏
3	US20230320837A1	多层血管	审中	2023-04-17	血管
4	US20230201420A1	工程三维皮肤组织、其阵列及其制备方法	审中	2022-12-19	皮肤
5	US11982668B2	工程肾组织在检测中的应用	有效	2022-01-26	肾脏
6	US11867689B2	工程肾组织、其阵列及其制备方法	有效	2021-03-25	肾脏
7	JP7227211B2	人造三维皮肤组织、其阵列及其制备方法	有效	2020-12-07	皮肤

近几年具体打印部位应用典型专利

◆ 安斯百克特生物系统公司Aspect Biosystems



具体打印部位应用专利申请趋势

具体打印部位应用专利区域布局以及法律状态

序号	公开(公告)号	标题	简单法律状态	申请日	打印部位
1	JP2024096121A	生物打印半月板移植物及其应用	审中	2024-03-26	软骨-半月板
2	US20240173459A1	生物打印半月板植入物及其使用方法	审中	2023-09-01	软骨-半月板
3	CN113365799A	用于打印芯纤维的系统和方法	有效	2019-09-19	血管
4	CN109803691A	生物打印的半月板植入物及其使用方法	失效	2017-06-16	软骨-半月板

近几年具体打印部位应用典型专利

- ◆生物3D打印细分技术中，材料相关积累最受关注，工艺次之，设备相关积累最少。
- ◆打印材料技术积累中，医用高分子材料技术积累最多，其次为生物墨水、金属材料、非金属材料分布居第二、三、四位。
- ◆生物墨水技术积累的最早地区是美国。中国在2015年前后技术积累迅速增长，并在2021年到达顶峰。展现了较大的发展潜力。
- ◆从应用场景上，骨组织、血管、皮肤和心脏，分别占据了技术积累的前四位。但肝脏和肾脏领域的积累较少。
- ◆设备相关积累来看，打印机注射器模块、腔室环境控制装置、印刷表面温度和自动调平等功能，占据该领域技术积累前四位。
- ◆全球头部公司的技术积累上，主要集中在再生皮肤组织、肾毒性评估及疾病模型、新型血管构建、三维肝脏构建、软骨半月板和3D淋巴器官构建等方面。我国在这面积累有待提升。

未来趋势和建议——以血管打印为例

血管打印的发展趋势

◆新技术出现和传统技术不断迭代

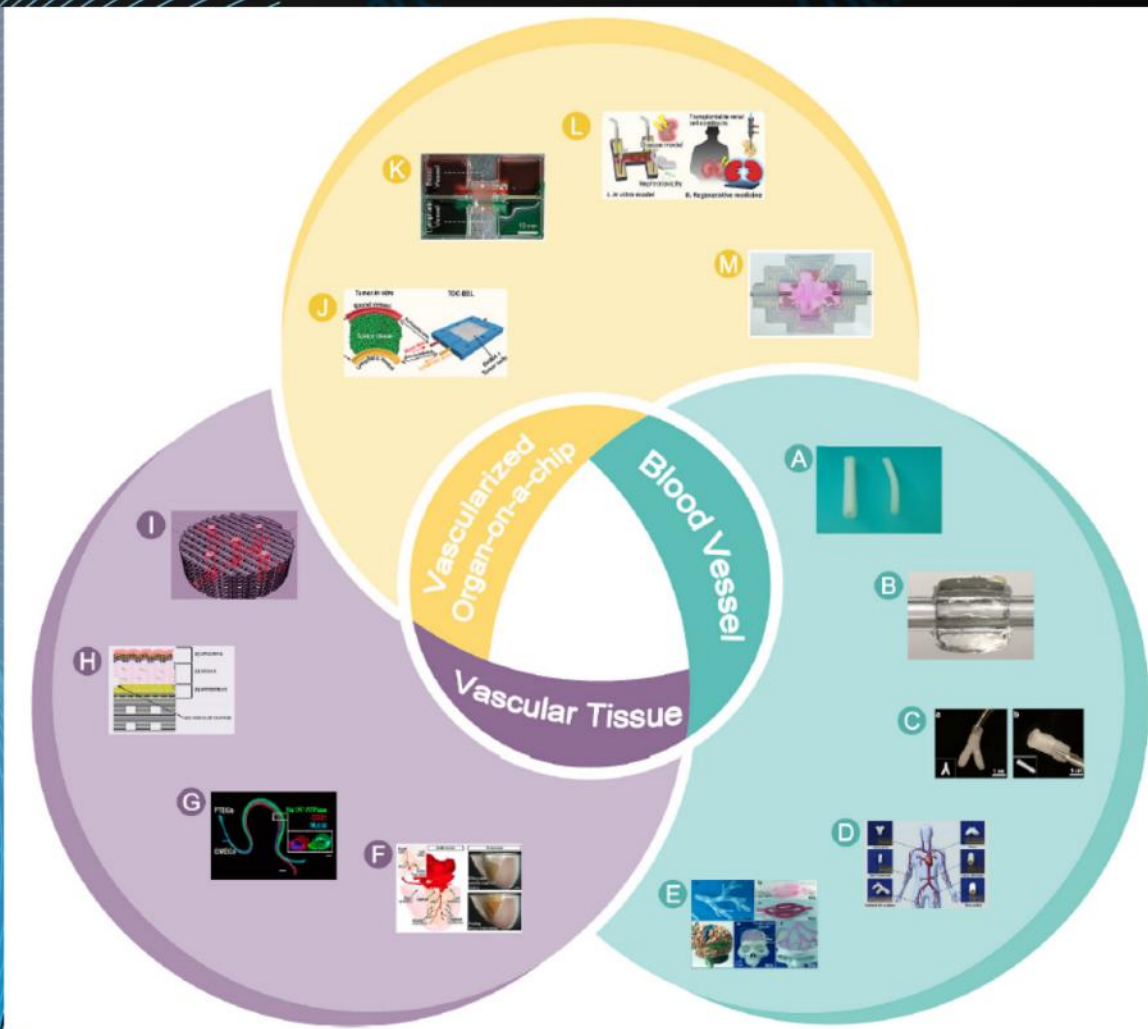
- 打印出的人工血管及血管化组织，结构更加精细且与真实生物体高度相似。

◆材料研究进展推动技术革新

- 开发更符合血管打印需求的生物材料。
- 提高血管打印或器官血管化中使用材料的生物相容性，降低免疫原性并增强耐用性。

◆应用场景需求催生个性化产品和服务

- 通过个性化定制血管和血管化组织，提高治疗的精准性和效率，显著提升疗效。



血管打印的发展趋势

◆ 天然材料

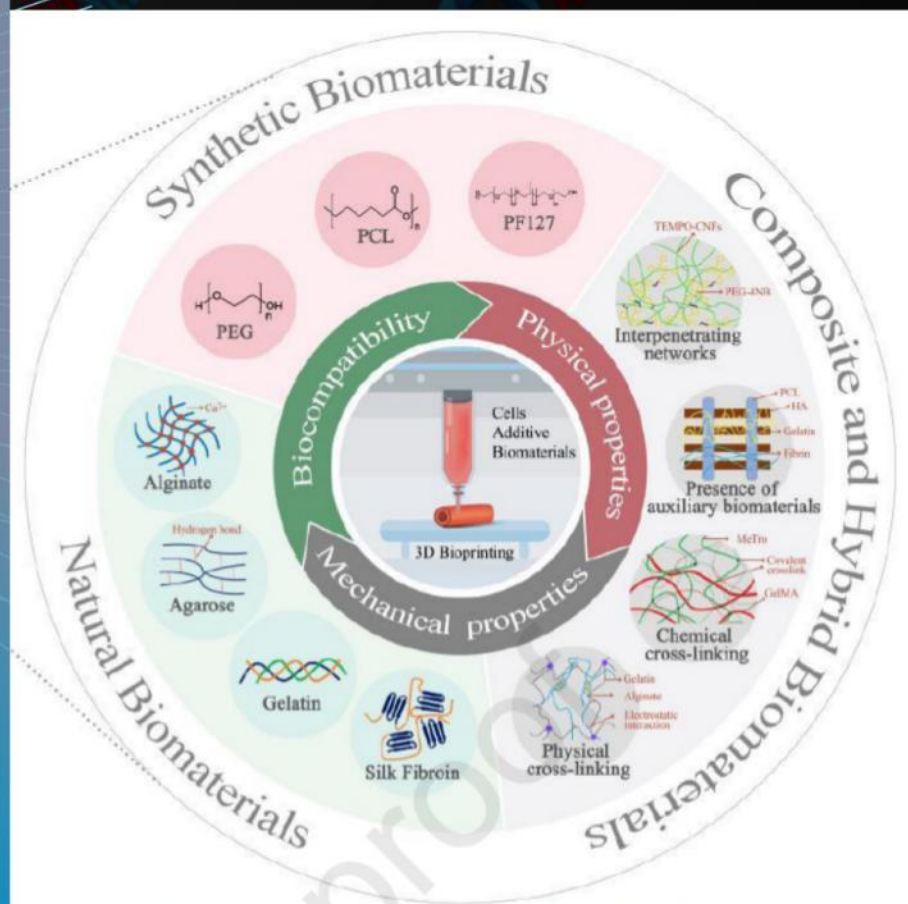
- 需要上下游产业集群的富集
- 需要品控和标准化的建立
- 需要行业协会和行业标准

◆ 合成材料

- 需要成熟化生产体系的建立（国产替代）
- 需要接轨国际化产品的标准（至少行业标准）
- 需要上下游企业的联动满足个性化需求

◆ 复合材料

- 逐步完善以上体系中，逐步拓展复合材料体系，满足个性化应用场景
- 建立每个复合材料体系的行业标准



目前行业发展面临的主要问题及发展建议

目前行业发展面临的主要问题

- ◆上海具备高水平基础和创新团队，但基础研究暂未形成合力，亟需形成引领性的技术集群和产业布局，并明确重要发展方向。
- ◆将生物3D打印新技术实际应用于临床医学，缺乏准入标准，制约其推广和患者受益，亟待探索与临床探索合作新模式和统一标准。
- ◆生物3D打印技术发展依赖多学科交叉，亟需专项资金引导支持。

◆ 生物3D打印技术的发展因应与其他领域的深度融合

- 上海在生物3D打印技术的创新方向可以聚焦以下几个关键点：
 - 一是多材料和多工艺融合打印，以实现复杂异质组织的精确构建；
 - 二是提高打印精度和效率，开发新的生物3D打印使能技术；
 - 三是功能化组织器官的构建，推动大尺度、功能化的组织器官打印；
 - 四是疾病模型和药物筛选，利用生物3D打印技术构建疾病模型，用于药物研发和毒性试验；
 - 五是微生理系统和器官芯片，发展3D打印的微流控芯片，实现多器官模拟。
- 同时，应探索与人工智能、大数据等领域的深度融合，实现更智能化、自动化的打印过程，并与生物科技、制药等应用场景深度合作，推动药物研发和疾病治疗的进步。

◆ 探索生物3D打印技术在前沿科学中的交叉应用，如提升类器官标准化和仿生性

- 当前类器官技术已广泛应用于临床前药物筛选，并逐步成为新药开发流程中的重要工具。然而传统类器官培养方法多依赖来源不明、批次差异显著的动物源基质胶，限制了类器官模型的可重复性与产业化能力。
- 生物3D打印作为一种具有高度可控性与自动化潜力的工程手段，能够在空间维度精确构建组织结构，并通过组织特异性生物墨水模拟不同类型的组织外基质，实现类器官微环境的仿生重构。提升类器官的结构稳定性、生理相关性与功能表现，同时也为标准化、高通量的制备流程奠定基础。
- 建议未来可重点关注工程化技术与类器官模型的融合应用，推动制定统一的制备标准及质量评价体系，进一步强化我国在新型药物评价模型领域的技术领先地位。

◆ 生物3D打印技术的发展依赖多学科交叉，亟需专项资金引导支持

- 目前上海市针对该领域的专项支持仍较为稀缺，相关基金多集中于材料科学、医学工程或人工智能等方向，生物3D打印通常为其中一个子项目，难以支撑生物3D打印从技术突破到广泛应用的全过程。高校团队、企业均面临转化资源短缺、基础研究支撑不足，难以支撑大规模、系统性的技术开发与临床验证。
- 建议设立生物3D打印专项项目或交叉创新专项，引导高校、医院与企业组成联合体，围绕关键工艺标准、生物墨水体系构建、仿生模型功能验证等关键问题开展联合攻关，助力颠覆性技术的发展，推动技术逐步成熟并实现产业落地。

◆ 生物3D打印技术的行业协会的建立和行业标准建立及完善

- 应组织行业专家、学术机构和企业代表，形成跨学科的标准制定委员会，深入研究生物3D打印技术的核心参数，如材料生物相容性、打印精度和成品质量等，制定出符合国际前沿的标准。
- 结合行业特性，考虑到个体化医疗和再生医学的特殊需求，应建立相应的安全性和有效性评估标准，为研发和市场准入提供明确的指导。
- 应积极推动这些标准的落地实施，通过政策激励和市场监管，确保行业的技术水平和产品质量不断提升，促进企业之间的公平竞争，进一步吸引投资，推动上海在全球生物3D打印技术领域的领导地位。

◆ 推动产业链上下游的协同发展，构建紧密的合作网络

- 在上游，鼓励生物材料供应商、细胞和生长因子研发机构与中游的3D打印设备制造企业加强信息交流，针对市场需求共同开发高性能、创新性材料与设备，以实现材料与技术的无缝对接；
- 在中游和下游之间，建议建立实验与应用示范平台，让生物打印服务提供商与医疗机构开展合作，集中进行样品测试、临床应用验证和市场反馈，促进技术到应用的快速转化。
- 此外，政府可以通过政策引导、研讨会和行业展会，鼓励对接和交流，促进企业间的合作与共享，形成从原材料到设备生产再到市场应用的闭环，从而提升整个产业链的效率和竞争力，推动上海生物3D打印技术向更高水平发展。



三维科学 . 无限可能

“为行业提供深具国际影响力的增材制造咨询及媒体内容营销服务平台。”

3D科学谷

Provide the industry AM consulting service and content marketing service with international influence.

3D Science

Valley

本白皮书由《战略前沿领域发展现状、趋势与技术路线图研究—聚焦生物3D打印》课题组完成，获上海市科学技术委员会“科技创新行动计划”资助。

基于专利导航相关数据由上海恒锐知识产权服务有限公司提供，数据截止2024年10月10日。

- ❑ 本书中包含的数据、部分内容来源于网络或其他公开资料，版权归原作者所有。任何以盈利为目的使用，所产生的后果由使用者自己承担。
- ❑ 本书中所有引用的数据都已标明出处，如任何个人或单位认为内容存在侵权之处，请及时与我们联系，3D科学谷将及时给予处理。
- ❑ 3D科学谷力求内容的严谨性，但限于时间和人力因素，书中难免有不足之处，如存在失误、失实，敬请您不吝赐教、指正。我们热忱欢迎各界专业人士免费加入3D科学谷交流平台。
- ❑ 本书内容仅作交流学习之用，不构成任何投资建议，请读者仅供参考。