

2025 年中华医学科技奖候选项目/候选人
公示内容

推荐奖种	医学科学技术奖（非基础医学类）
项目名称	口腔软硬组织修复材料研发和关键技术应用
推荐单位 /科学家	四川大学
项目简介	我国成年人缺牙率高达 56.9%，累计缺失牙数超 20 亿颗，严重威胁国民健康与生活质量。种植牙是目前最理想的缺牙修复方式，却长期面临双重挑战：一是受牙龈、牙槽骨等软硬组织缺损影响，种植牙无处安放，“种牙难”问题突出；二是高品质种植牙长期依赖海外进口，医疗成本高，“种牙贵”矛盾持续。为此，本项目在国家级及省部级 25 项科技项目的支持下，历经近二十年攻关，构建了“技术研发-产品转化-临床应用”全链条创新体系；通过创新仿生软组织修复技术和血管化成骨靶向递送技术，突破复杂牙龈和牙槽骨缺损限制；通过研发具有自主知识产权的种植牙系统，实现高端品牌国产替代。相关成果有力解决了“种牙难，种牙贵”的问题，主要包括以下三个方面。 一、以仿生原理构建软组织修复方式，解决口腔内湿环境难粘接、移植物易移位的难题，高效促进软组织修复再生。 创新贻贝仿生黏附技术，使口腔黏附制剂黏附力提升 20 倍，药物可控释放时间延长 2.4 倍，有力改善局部药物递送效果，高效促进软组织再生。基于该技术，构建兼具强粘接、速止血和抗感染性能的软组织缺损修复凝胶，显著加速牙龈再生，铸牢种植牙的“软屏障”。 二、以组织透明化技术解析骨组织脉管网络，设计靶向治疗的纳米载体，实现大面积骨缺损的血管化骨再生。 发展新型组织透明化技术，突破大体积钙化组织的成像技术瓶颈，实现器官水平的硬组织脉管系统高分辨率成像，首次揭示骨组织内淋巴管的存在及其与血管的内皮转化关系。基于此，创新血管化成骨靶向递送技术，靶向递送血管生成因子，转染效率提升 20%；构建仿生骨支架，缓释 Mg²⁺、Zn²⁺等多种偶联成血管-成骨生理过程关键金属离子；实现大面积骨缺损的血管化骨再生，夯实种植牙的“硬基础”。 三、研发具有自主知识产权的种植系统、发展“种植体-表面亲水活化-个性化修复基台”的全链条创新闭环，解决种牙贵的难题。 基于四级纯钛基材改良酸蚀喷砂表面处理工艺，配合渐进渐进式螺纹、光滑颈环等结构设计，实现了自攻植入和卓越骨结合性能的协同优化，经过多中心临床验证，5 年成功率高达 99.05%；开发种植体表面亲水活化技术，应用等离子活化工艺，60s 即可让种植体表面水接触角降至 5°以下；研发数字定制个性化基台，制造精度达微米级，还原真牙形态，多中心临床验证 4 年机械并发症 0%。 该项目授权代表性发明专利 10 项，获国药局 III 类医疗器械注册证 2 个，相关成果在全国 400 余医疗机构应用。10 篇代表作发表在 Nature Communications、Nano Energy、Advanced Science、Biomaterials 等国内外著名期刊，累计他引 547 次。培养国家优青、中国科协青年人才托举工程、四川省学术技术带头人等高层次人才 10 余人，培养硕博研究生 100 余人，通过多学科交叉创新，攻克口腔软硬组织修复领域关键技术瓶颈，形成“基础研究-技术开发-产品转化-临床推广”的全链条创新体系，为解决“种牙难、种牙贵”困境、守护人民口腔健康作出重要贡献。
代表性论文目录	

序号	论文名称	刊名	年,卷(期)及页码	影响因子	全部作者(国内作者须填写中文姓名)	通讯作者(含共同,国内作者须填写中文姓名)	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位
1	A mussel-inspired film for adhesion to wet buccal tissue and efficient buccal drug delivery	Nature Communication	2021,12(1):1689	14.7	胡杉杉、裴锡波、段伦良、朱舟、刘艳华、陈俊宇、陈陶、季平、万乾炳、王剑	万乾炳、王剑	SCI-E	197	否
2	Structural-Functional Pluralistic Modification of Silk Fibroin via MOF Bridging for Advanced Wound Care	Advanced Science	2022,9(35):e2204553	14.3	朱舟、刘艳华、陈俊宇、何子涵、谭鹏飞、贺永、裴锡波、王剑、谭淋、万乾炳	谭淋、万乾炳	SCI-E	35	否
3	Enhanced bone regeneration via ZIF-8 decorated hierarchical polyvinylidene fluoride piezoelectric foam nanogenerator: Coupling of bioelectricity, angiogenesis, and osteogenesis	Nano energy	2023,106(2023):108076(备注2022年12月在线发表)	16.8	陈俊宇、宋丽、齐方威、覃思语、杨湘俊、谢雯佳、盖阔、韩英、张鑫、朱舟、蔡和、裴锡波、万乾炳、陈宁、王剑、王琪、李怡俊	陈俊宇、王剑、李怡俊	SCI-E	34	否
4	Effects of Low Intensity Pulsed Ultrasound on Implant Osseointegration in ovariectomized rats	Journal of Ultrasound in Medicine	2016,35(4): 747-754	2.2	周红波、侯永富、朱智敏、肖唯雄、徐乾、李磊、李新、陈文川	陈文川	SCI-E	6	否
5	Nano SIM@ZIF-8 modified injectable high-intensity biohydrogel	Chemical Engineering Journal	2022;434:134583	13.3	乔铭鑫、徐正一、裴锡波、刘艳华、王剑、陈俊宇、朱舟、万乾炳	万乾炳	SCI-E	36	否

	with bidirectional regulation of osteogenesis and anti-adipogenesis for bone repair								
6	Delivery of therapeutic miRNAs using nanoscale zeolitic imidazolate framework for accelerating vascularized bone regeneration	Chemical Engineering Journal	2022;430:132867	13.3	冯毫、黎子钰、谢雯佳、万乾炳、郭永文、陈俊宇、王剑、裴锡波	王剑、裴锡波	SCI-E	32	否
7	Accelerated Bone Regeneration by MOF Modified Multifunctional Membranes through Enhancement of Osteogenic and Angiogenic Performance	Advanced Healthcare Materials	2021,10(6):e2001369	10.0	薛依元、朱舟、张鑫、陈俊宇、杨霄、高筱萌、张舒、罗锋、王剑、赵伟锋、黄超、裴锡波、万乾炳	裴锡波、万乾炳	SCI-E	34	否
8	pH-Triggered Size-Tunable Silver Nanoparticles: Targeted Aggregation for Effective Bacterial Infection Therapy	Small	2022,18(22):e2200915	13.0	程馨霖、裴锡波、谢雯佳、陈俊宇、李媛媛、王剑、高会乐、万乾炳	裴锡波、高会乐、万乾炳	SCI-E	74	否
9	Low-Swelling Adhesive Hydrogel with Rapid Hemostasis and Potent Anti-Inflammatory Capability for Full-	ACS Applied Materials & Interfaces	2022, 14(48):53575-53592	8.3	朱俊瑾、李亚红、谢雯佳、杨林新、李如意、王玉婷、万乾炳、裴锡波、陈俊宇、王剑	陈俊宇、王剑	SCI-E	58	否

	Thickness Oral Mucosal Defect Repair								
10	Dually- Thermorespon sive Hydrogel with Shape Adaptability and Synergetic Bacterial Elimination in the Full Course of Wound Healing	Advanced Healthcar e Materials	2022, 11 (18), 2201049	10.0	冯楠、陈青、 程蕙彤、于乔、 赵伟锋、赵长 生	赵伟锋，赵长 生	SCI- E	58	否

知识产权证明目录						
序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	全部发明人
1	中国发明专利	中国	ZL 202010634306.8	2021-05-18	Wnt 蛋白/ZIF- 8 纳米复合体、其制备 方法及其应用	裴锡波 、 陈崧 、 王剑 、 万乾炳 、 朱舟、 谢雯佳
2	中国发明专利	中国	ZL 202010223251.1	2021-07-20	口腔载药贴膜及其制 备方法、口腔载药贴 膜组件及其制备方法	胡杉杉、王剑、万 乾炳
3	中国发明专利	中国	ZL 202110556276.8	2023-08-08	一种能够快速吸热的 创伤敷料及其制备方 法和应用	赵伟锋、施文斌、 程芸潼、王艺霖、 赵长生
4	中国发明专利	中国	ZL 201811533402.2	2023-09-05	一种多孔射流种植体 活化亲水装置	郑铮、吴杰、陈文 川、余德平、王剑、 董宇庆、敖小刚、 谢鹏、陈静、苏程、 郑晓、谢雯佳
5	中国实用新型专 利	中国	ZL201822104950.5	2024-01-09	一种种植体活化亲水 装置	吴杰、郑铮、陈文 川、余德平、王剑、 董宇庆、敖小刚、 谢鹏、陈静、苏程、 郑晓、谢雯佳
6	中国发明专利	中国	ZL202210238196.2	2024-01-19	一种牙周局部递送制 剂、其制备方法及应 用	胡杉杉、陈陶、王 丽萍、唐菡、王思、 季平
7	中国发明专利	中国	ZL 202311030354.6	2023-08-16	一种实验用小型哺乳 动物牙齿透明化方法	陈俊宇、孙海洋、 孟抒怀、石易鑫、 万乾炳
8	中国发明专利	中国	ZL 202311030360.1	2023-08-16	一种人类离体牙髓组 织透明化方法	陈俊宇、孙海洋、 孟抒怀、石易鑫、 万乾炳
9	中国发明专利	中国	ZL	2021-03-02	一种种植体的表面处	鄢新章、冯崇敬、

			201910425105.4		理方法	王昌健、杨维、刘谋山、刘帅
10	中国发明专利	中国	ZL 201610588334.4	2018-11-29	一种新型牙植体系统	王昌健、冯崇敬
完成人情况表						
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务	
万乾炳	1	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	修复 I 科主任	
对本项目的贡献	万乾炳教授作为本项目所列 10 篇代表性论文中 5 篇的通讯作者，提出并主导攻克口腔颌面部组织缺损修复技术瓶颈，立足软硬组织缺损病理生理特点提出针对性修复举措。主导构建软组织湿粘接促愈合敷料，并进一步指导研发长效释药软组织给药体系。主导研发具有自主知识产权的新型种植系统，并主导推进相关种植系统多中心临床试验，推动两款产品获 III 类医疗器械注册证，助力实现国产替代重大突破。以上工作对本项目创新点 1, 3 有重大贡献。【附件 1-1、1-2、1-5、1-7、1-8、7.1、7.2、7.6、7.7、7.10、7.11 等】					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务	
王剑	2	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	纪委副书记	
对本项目的贡献	王剑教授带领团队突破仿生凝胶敷料核心技术，构建贻贝仿生聚乙烯醇-多巴黏附性给药体系。通过分子设计赋予材料瞬时止血与强效促愈功能，完成从机理研究到临床转化的全链条创新，对创新点 1 有突出贡献。此外，王剑教授深入研究金属有机框架材料在口腔硬组织缺损修复中的应用，合成了纳米级 Zn-金属有机框架，并进一步揭示其入胞路径，在创新点 3 有重要贡献。同时，王剑教授在所列 10 篇代表性论文中 4 篇担任通讯作者，对项目课题研究有重要指导作用。【附件 1-1、1-3、1-6、1-9、2-2、7.3、7.5、7.9、7.10 等】					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务	
裴锡波	3	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	教务部副部长	
对本项目的贡献	裴锡波教授在本项目主导合成微米/纳米级 Mg-金属有机框架微粒及纳米级 Zn-金属有机框架，进一步揭示了此类金属有机框架材料在成骨、成血管中的核心机制，并对其在体外、体内安全性及早期成骨、血管生成功能进行深入评估。为使用金属有机框架材料进行口腔软硬组织缺损修复奠定坚实理论基础，此工作对应本项目创新点 2。此外，裴锡波教授，还参与本项目新型种植体多中心临床试验开展，创新采用有限元分析优化基台设计，制定个性化基台机械性能测试标准。此工作对应本项目创新点 3。【附件 1-6、1-7、1-8、2-1、7.4】					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务	
赵伟锋	4	四川大学	四川大学	教授	高分子学院医用高分子材料系支部书记	
对本项目的贡献	赵伟锋教授在本项目中，聚焦高分子材料创新与生物功能化研究，突破软硬组织修复材料关键技术。在仿生组织修复体系构建过程中，对材料分子结构设计进行优化，显著提高材料黏附力、药物缓释周期、止血效率等关键性能，并进一步主导合成具有形状记忆、环境响应性的多功能智能水凝胶敷料。相关工作对本项目创新点 1 具有重要贡献。此外，赵伟锋教授还指导实现稳定的金属有机框架材料合成，并对材料表征方法及分析提供大量理论及技术指导支持。【附件 1-10、2-3、7.9】					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务	
陈文川	5	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	锦江门诊主任	

对本项目的贡献	陈文川教授带领其团队主导攻克种植体表面亲水化改性技术，对本项目创新点3作出重要贡献。相关成果显著提高种植体表面亲水性，突破性地研发了60秒快速亲水改性技术。并将该技术应用到动物实验，结果显示，该技术显著降低种植体骨结合周期，打破传统亲水种植体制备成本高、系统适配性差等技术瓶颈。相关技术申报多项国家发明专利，成果打破了国外技术垄断，通过本土化定价策略使高端医疗器械惠及更广泛患者群体，实现临床普惠。【附件1-4、2-4、2-5】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈俊宇	6	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	人力资源副部长
对本项目的贡献	陈俊宇研究员长期围绕“骨骼循环系统的稳态维持及疾病调控机制”方面进行系统性研究，在本项目中主导使用组织透明化技术进行骨组织脉管解析。突破性首次解析骨骼血管-淋巴循环系统的全貌结构；揭示血管-淋巴系统对骨损伤修复的协同调控机制；通过学科交叉的方式构建激活血管-淋巴系统旁分泌以促进骨损伤修复的高效方法。项目研发的新型组织透明化三维成像技术，能够实现器官水平的脉管系统精确成像，并适用于外源性荧光示踪。相关研究成果颠覆传统解剖学认知，推动基础医学研究进展，对本项目创新点2有突出贡献。【附件1-3、1-9、2-7、2-8、4-1、7-9等】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
朱舟	7	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	教授	无
对本项目的贡献	朱舟副教授在本研究中的创新点1、3中作出突出贡献。创新点1中，针对软组织修复方面，以蓝环章鱼仿生为灵感制备了活性注射微针，构建了兼具湿粘接性、药物精准缓释及强效抗炎、促愈合的低溶胀水凝胶体系，并对其体内外安全性、促愈合机制、临床效用进行深入探讨。此外，针对创新点3中传统骨修复材料适配性不足、缺乏主动诱导能力的痛点，开发低温挤出式3D打印技术，通过精准调控支架微观结构，实现骨块降解速率与骨再生周期动态匹配，提升颅骨缺损修复率。为复杂骨缺损治疗提供精准化、功能化解决方案，推动再生医学领域技术革新。【附件1-2、1-5】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
张鑫	8	四川大学华西口腔医院	四川大学华西口腔医院	副教授	无
对本项目的贡献	张鑫副教授在本项目中开展了一系列纳米ZIF-8载药体系功能化实验，研究中发现，一锅法合成的纳米ZIF-8载药体系有极高的药物负载能力和药物缓释作用，有望成为骨缺损修复的理想载体。进一步研究揭示了纳米级ZIF-8促进骨髓间充质干细胞成骨分化，影响细胞行为的分子机制。并将MOF材料引入3D打印基质中，以期增强骨组织工程支架的抗菌性能，缓慢控释Zn离子长效诱导新骨形成，进一步提高动物实验骨缺损修复能力。以上成果对本项目的创新点2，精准干预调控促进硬组织血管化有重要意义。【附件1-3、1-7】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
胡杉杉	9	重庆医科大学附属口腔医院	重庆医科大学附属口腔医院	副研究员	无
对本项目的贡献	胡杉杉副研究员在本研究中的创新点1中作出重要贡献。针对传统口腔黏膜黏附剂黏附力弱、药物释放过快的技术瓶颈，创新性地以贻贝仿生原理为灵感，成功构建聚乙烯醇-多巴黏附给药体系。显著提高了软组织修复的长期疗效，为治疗复杂口腔软组织损伤提供了革命性策略。此外，进一步开发牙周组织局部针对性药物递送剂，实现口腔软硬组织缺损区域长效、稳定药物靶向递送技术。【附件1-1、2-2、2-6】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李怡俊	10	四川大学	四川大学	副研究员	无

对本项目的贡献	李怡俊副研究员在本研究中创新点 2 中，主导构建了 PVDF/MOF 泡沫基压电板。通过固态剪切锉削制备分层聚氟乙烯（PVDF）泡沫，对团队前期研究 MOF 纳米晶体进行修饰。进一步研究其在压电刺激下的促成骨、成血管能力，揭示其通过上调氧化磷酸化和 ATP 耦合阳离子跨膜运输，促进血管生成和成骨耦合的深层机制。【附件 1-3】				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王昌健	11	成都贝施美医疗科技股份有限公司	成都贝施美医疗科技股份有限公司	助理研究员	研发总监
对本项目的贡献	完成人在本项目创新点 3 中做出重要贡献，研发了新型种植体、新型种植体表面处理方法和个性化修复基台，相关技术已获中国发明专利 11 项【附件 2-9、附件 2-10】，并成功获得国家 III 类医疗器械认证【附件 7-8】。该“种植体-表面活化-修复基台”一体化解决方案显著提升了种植体植入稳定性和骨结合效率，大幅缩短骨结合周期，同时提升复杂种植病例成功率。经多中心临床试验验证，该种植系统 5 年临床成功率高达 99.05%【附件 7-6、附件 7-7】。该成果为实现口腔种植领域的进口替代提供了系统性解决方案，对提升我国高端医疗器械自主创新能力具有重要价值。				
完成单位情况表					
单位名称	四川大学华西口腔医院			排名	1
对本项目的贡献	四川大学华西口腔医院作为本项目的第一完成单位，全面参与了项目的制定、组织实施，并提供技术、经费和实验等条件，完成了本项目主要的理论基础解析工作及主要技术突破和产品研发工作。通过“产学研医”深度融合的创新模式，实现了从基础研究到临床应用的全链条突破。项目组依托华西口腔医院平台，系统性攻克了口腔颌面部组织缺损修复领域的多项核心技术瓶颈，包括：提出“仿生微环境重构促进组织再生”新理念，阐明软硬组织界面整合的分子调控机制，构建血管化骨缺损材料的多尺度设计理论；发明多级组装技术、血管-淋巴系统透明化成像技术、种植体表面亲水改性技术等关键创新技术；自主研发软组织修复凝胶敷料、新型种植体系统、组织透明化试剂盒、个性化基台修复体等系列高端医疗器械，其中两项产品已获 III 类医疗器械注册证，在 89 家医疗机构完成 500 余例临床应用，核心指标媲美国际同类产品。华西口腔医院作为全国口腔医学战略高地，项目组依托于四川大学华西口腔医院的国家口腔医学中心，国家口腔疾病临床医学研究中心，整合多学科创新团队与丰富的临床资源，通过 8 项国家发明专利布局和 10 余项高校/医院技术推广，构建了具有自主知识产权的高端医疗器械创新链，在打破国外技术垄断、实现国产替代的同时，推动基础医学研究与临床转化深度融合，为“健康中国”战略提供了重要技术支撑。				
单位名称	重庆医科大学口腔医院			排名	2
对本项目的贡献	重庆医科大学附属口腔医院作为项目第二完成单位，深度参与“产学研医”协同创新机制，在口腔颌面部组织修复技术攻关与临床转化中作出重要贡献。深度参与突破软硬组织界面整合修复关键技术，参与研发具有强粘接性能的仿生凝胶敷料，其促愈合效果经临床前实验验证较进口产品提升 26%；积极响应配合项目相关组织化透明技术及新型种植体、基台等的多中心落地研究，推动技术体系向多系统疾病研究拓展；针对性提出种植体系统优化需求，联合开发适应复杂骨条件的个性化基台，实现微米级精度数字化制造，适配国内外主流种植体品牌。重庆医科大学附属口腔医院作为项目核心临床基地，参与完成新型种植体临床验证，构建多维度疗效评价体系，证实其 5 年成功率达 99.05%；同步开展亲水仪临床前研究，揭示 60 秒表面处理可显著提升种植体骨结合效率。项目执行期间与团队积极协作，参与相关课题多中心系统研讨，为课题设计提供创新思路，为实验开展提供宝贵指导。重庆医科大学附属口腔医院拥有口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室、重庆市口腔医学临床医学研究中心等科研平台，聚焦口腔疾病发病机制、生物材料研发及数字化诊疗技术。				

	参与多项国家级、省部级科研项目（如国家自然科学基金、重庆市科技计划项目），近年来学术论文数量和质量协同增长，为西南地区口腔健康事业发展注入新动能。		
单位名称	四川大学	排名	3
对本项目的贡献	四川大学作为项目第三完成单位，依托高分子材料科学与工程国家重点学科优势，在口腔颌面部修复材料的基础理论创新与关键技术突破中发挥核心支撑作用。在以“临床修复问题为导向”的基础下，高分子科学与工程学院针对软硬组织再生微环境实际需求，指导构建了“分子设计-多级组装-功能集成”的材料研发范式，参与多种软组织促愈合敷料的研发改性，聚合物网络结构设计显著提升材料生物相容性与力学适配性；在种植体系统研发中，协助突破了材料从微观特征设计到宏观效果提升的多级仿生技术瓶颈，辅助进行功能化材料制备，通过表面改性技术实现种植体-骨组织界面化学键合，同步优化个性化基台材料刚性梯度分布，使修复体应力分散效率提升 40%；参与了各类软硬组织修复材料的制备方法、组成、表面特性研究和相关产品的转化工作等相关工作。项目执行期间，与第一完成单位四川大学华西口腔医院联合申报多项国家发明专利，相关成果在 Chemical Engineering Journal, Nano Energy 等期刊发表。作为教育部“高分子材料工程”国家级实验教学示范中心，学院拥有国家级创新团队 3 个，汇聚材料学、生物医学工程等领域顶尖学者，依托高分子材料工程国家重点实验室，突破从分子工程到临床应用的完整创新链，为高端口腔修复材料的国产化提供了理论支撑与技术保障。		
单位名称	成都贝施美生物科技有限公司	排名	4
对本项目的贡献	主要围绕创新点 3 展开工作，本公司在种植系统核心技术领域取得重要突破，成功研发了具有自主知识产权的新型种植体、创新性表面处理技术及个性化修复基台。通过优化种植体宏观结构与微观形貌，结合独创的 60 秒快速亲水改性技术，显著提升了种植体的初期稳定性和骨结合效率，使骨结合周期由传统 90 天缩短至 30 天。同时，基于 CBCT 影像开发的数字化定制基台系统，实现了与主流种植体的精准适配，使复杂种植病例的成功率提升 12.7%。相关技术已获中国发明专利 11 项，并通过国家 III 类医疗器械认证。经多中心临床试验验证，该种植系统 5 年临床成功率达 99.05%，各项性能指标均达到国际先进水平。这一全链条创新成果不仅填补了国内高端种植系统的技术空白，更为实现进口替代、提升我国高端医疗器械自主创新能力提供了重要支撑。		