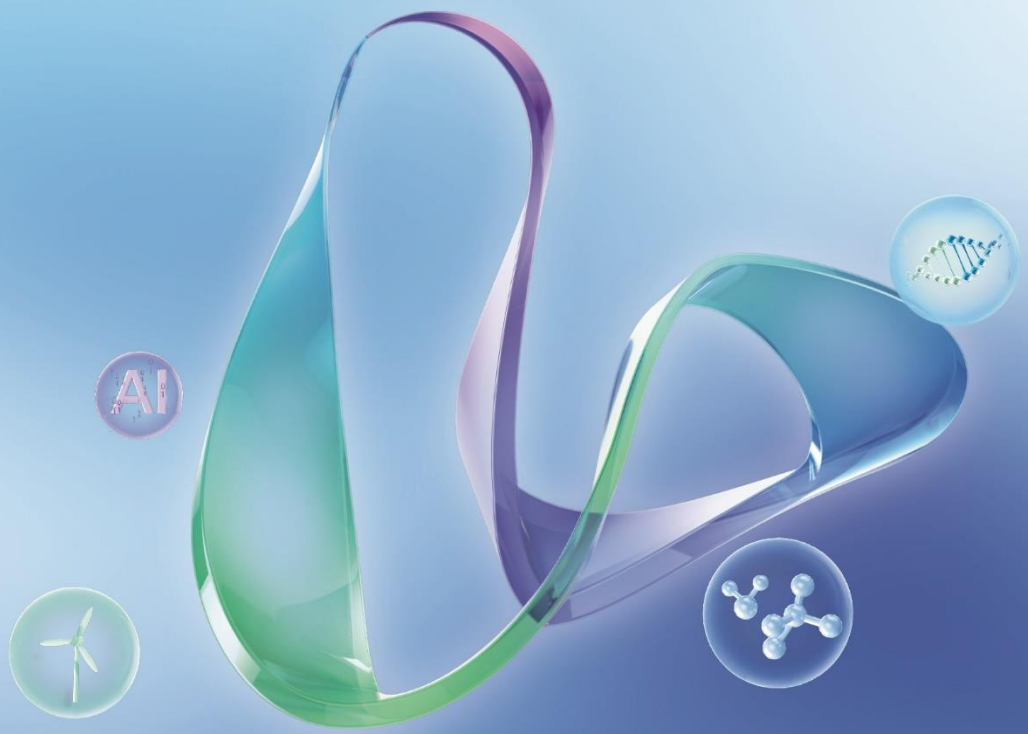
OBIC
YANTAI·CHINA

创新生物材料 智启绿色未来

2024八角湾创新大会

2024 Octagon Bay Innovation Conference

论文集



分会场一：先进生物医用金属材料 10

电学微环境重构骨修复材料 邓旭亮 11

3D 打印个性化骨关节重建假体的研发与应用：上海九院模式 郝永强[1,2,3,4,5*]，罗丁豪[1]，吴钧翔[1]，冉朝阳[1]，邓亮[2,3,4]，王磊[1]，武文[1]，姜闻博[2,3,4]，戴尅戎[1,2,3,4,5] 12

先进心血管材料表面改性 黄楠 14

医用钛表面微/纳米有序多级结构构筑及成骨性能研究 林昌健*，张艳梅，姜品良，杨云，黄巧玲 15

骨植入材料表面功能化改性及转化应用探索 刘宣勇 16

一种降低抗生素临床用量的新策略 杨柯 17

可降解金属研究进展 郑玉峰 18

基于生物材料的肿瘤干预新策略研究 陈大福 19

可降解生物镁合金材料研发及在医疗器械上应用 陈先华* 余加 欧阳思慧 潘复生 20

可降解镁合金脑血管类药性涂层支架的研究与开发 关绍康 21

结构功能一体化医用钛合金研究进展 郝玉琳 22

齿科用高性能粉末冶金 Ti-Zr 合金研究 刘咏 23

镓基液态金属微纳米机器人的构建与诊疗应用探索 马星 24

电活性生物材料 王珍高 翟锦霞，陈浩彦，周蕾，宁成云* 25

骨植入修复体表面生物功能化及其激发相应组织响应 翁杰[1,3]，冯波[3]，郭泰林[1]，张成栋[1,3]，李金圣[1,2]，段国文[2,3] 26

钛植入体表面智能响应抗菌涂层 吴水林 27

具有调控病变血管再生修复功能的血管支架研究 杨志禄 28

医用镁合金临床应用中面临的材料学问题及其解决路径 袁广银 29

Ti-Cu 合金表面 TiNxOy/Cu2O/CuO 复合涂层的构建及其生物学性能研究 张二林*，赵晓彤 30

分会场二：先进生物医用无机非金属材料 31

一类基于细胞代谢重激活的抗肿瘤新疗法 步文博 32

硅基材料调控组织再生的材料生物学机制 赵夫健[1]，陈晓峰[2,*] 33

基于微环境改良的骨再生 李斌 34

探索未知的生命交汇点：硅基生命如何对接碳基生命 潘浩波 35

The mechanism of dentine hypersensitivity: stimuli-induced directional cation transport through dentinal tubules Yan Wei 36

3D 打印生物活性仿生材料的基础研究及其转化 吴成铁 38

生物材料与干细胞命运调控 朱融融 40

人工韧带与人工肌腱的研发 陈俊 42

适应性纳米颗粒介导的线粒体稳态和炎症调节在感染性骨缺损中的应用及机制研究 陈陶.....43
磷酸钙镁功能化材料治疗骨代谢异常相关疾病 戴红莲.....44
皮肤再生需求引领的生物 3D 打印创新与未来挑战 黄沙.....45
3D 打印骨修复材料的研发与应用 赖毓霄.....46
硅基杂化生物材料及其肿瘤精准诊疗性能 李永生.....47
骨修复材料的设计与成骨机制 林开利.....48
硅酸盐基生物活性材料用于类器官培养 马文平，郑毅，杨广贞，张洪健，卢明夏，马红石，吴成铁，吕宏旭*.....49
3D 打印多功能复合陶瓷支架用于肿瘤引起的组织缺损治疗与修复 马红石，吴成铁.....50
干扰细胞通讯疗法 倪大龙.....52
生物 3D 打印仿生骨材料 阮长顺.....53
介孔硅基智能药物递送系统 吴玫颖.....54
功能化纤维支架用于组织修复研究 徐合.....55
团簇酶与神经创伤修复 张晓东.....56
生物矿化启示的材料室温制备技术 邹朝勇.....58
分会场三：先进生物医用高分子和超分子材料.....59
Controlling Macromolecular Self-Assembly by Reactions and Structures of Saccharides Guosong Chen.....60
原位纯化的 N-羧酸酐的生物仿生可控多肽聚合 程建军.....61
光敏剂结构调控及肿瘤多模态光治疗 董晓臣.....62
生物医用高分子囊泡 杜建忠.....63
透明质酸生物医学材料概述 郭学平.....64
双靶向重组蛋白药物偶联物 蒋锡群.....65
高分子骨植入材料的自增强研究 李忠明[1,*] 徐家壮[2]，任悦[2]，王志国[2]，洪瑞[2].....66
医用黏合剂的研究进展 崔春燕，齐莹，刘文广*.....68
输注与植介入高分子材料及器械——从基础研究到产业化 栾世方[1 2 3*]，杨华伟[1]，石恒冲[1]，殷敬华[3].....69
PEG-REPLACING Helical Antifouling Polypeptides for Diverse Biomedical Applications Hua Lu...71
基于自组装纳米杂化结构的癌症诊疗 聂志鸿.....72
依据分子伴侣机制调控蛋白质药物递送 史林启.....74
医学影像可视化纳米载体与疾病诊疗 帅心涛.....75
用于肿瘤微环境调控与和基因治疗的高分子载体 田华雨.....76
仿生粘附界面材料 王树涛.....77

生物医用多孔高分子的设计制备及其组织修复性能 吴丁财 78
非碳主链聚碲氧烷 许华平 79
靶向肿瘤细胞膜磷脂酰丝氨酸纳米药物 尤业字*，高凡 80
用于疾病诊疗的生物医用高分子研究 张先正 81
用于心血管疾病治疗的生物材料研究 卫永禛，蒋欢，赵强* 82
高分子载体材料在药物递送中的研究进展 周绍兵 83
交替共聚物囊泡及应用 江文峰，周永丰* 84
分会场四：前沿医药高分子与创新载体技术 85
医用钛合金高分子表界面工程 陈茂文、陶白龙、陈茂华、蔡开勇* 86
蛋白质胞内递送技术及应用 程义云 87
生物医用光学功能材料 丁丹 88
作为储库型药物缓释载体的聚合物热致水凝胶 丁建东 90
生物高分子 P4HB 的化学合成与生物医用 李志波 91
超分子水凝胶在疾病治疗中的应用 程晓彤，梁高林* 92
精准高分子化学为生物医用材料带来机遇 岑杰、陈明龙、刘世勇* 93
基于多能高分子的细胞主动递药机制 申有青 94
血靶向高分子纳米前药用于肿瘤治疗研究 汤朝晖 96
载酶生物医用高分子水凝胶 王启刚 97
新型多羟基聚阳离子递送载体 徐福建 98
酶促多肽可控折叠与生长因子模拟 杨志谋 99
程序释放载体及“一针免疫”疫苗研究 关英[1,*]，王皓[1]，周晓勇[1]，张健宸[1]，张拥军[2,*] 100
肿瘤微环境调控聚氨基酸材料 丁建勋 101
变构高分子药物载体材料 严悦，罗艳，帅懿航，朱玉玲，李子芬，张刚，刘洋，丁明明* 102
气体药物高分子递送载体构筑与生物功能应用 胡进明 103
可激活抗肿瘤免疫反应的聚合物纳米材料 刘阳 104
微生物/纳米材料活性载体的构建及其疾病治疗研究 毛峥伟 105
高分子四价铂类药物及肿瘤进化靶向研究新方向 肖海华[1]，张凌谱[1]，梁刚豪[1]，肖海华[1,*] 106
两性离子聚合物结构设计及其生物医学医用 杨建海*，刘文广* 108
分会场五：先进医用材料制造及产业发展未来 109
生物组织器官 3D 打印技术发展与挑战 李涤尘 110
血液透析材料的制造及产业发展 牟倡骏 111
聚醚醚酮激光选区烧结增材制造技术及临床应用 史玉升 112

生物材料 3D 打印及在类器官和器官芯片应用 孙伟 113
新型生物活性玻璃的研究及转化 曹晓东[*,1,2]，戴旗远[1,2]，朱双丽[1,2]，姚珑涛[1,2] 114
生物质纤维材料及其在大健康领域的应用 邓红兵 117
电活性骨修复材料 何创龙 118
临床导向细胞外基质材料的组织工程研究与转化 解慧琪 120
Issues of Precision Cut on non-rigid materials 孙永富 121
生物 3D 打印在骨关节外科和药物筛选领域的最新进展与临床转化 王金武 122
生物活性人工血管的构建与转化 王恺*，孔德领 124
生物基（稻壳/贝壳）抗菌筷子 杨大鹏 125
可注射聚乙二醇化聚癸二酸甘油酯/磷酸钙基骨水泥 袁媛 126
骨软骨再生核心技术及其在颌面部缺损与畸形修复重建中的应用 周广东 128
Zn-0.8Li-0.4Mg 合金宫腔微环境的生物相容性评价 暴国[1]，杨丽君[1]，郑玉峰[2,*] 130
可降解粘合剂的原位自由基开环聚合法制备及其医用性能 陈炳刚[1]，杨然[1]，栾世方[1,*] 131
基于 Arg-CD 的水凝胶选择性杀菌调控免疫微环境促进感染性骨修复 李家颖[1]，韩凤选[1]，李斌[1,*] 132
多重生物学效应二氮杂萘酮基骨植材的构筑 李怡铮[1,*]，程习彤[1]，蹇锡高[1,*] 133
运动激发压电刺激软骨再生 刘洋[1,2]，Thanh Duc Nguyen[2] 134
含 $CaTiO_3$ 的聚己内酯/丝素蛋白杂化神经支架调控施万细胞行为的研究 商雨情[1]，李贵才[1,*] 135
3D 打印多层级水凝胶通过机械信号传导促进再生修复研究 陶杰 136
抗菌医用高分子体系设计及其用于医疗器械感染 王磊[1,*]，石恒冲[1]，栾世方[1] 137
利用钝化膜的 Sc 辅助生长技术开发高耐腐蚀性镁合金并提高骨/血管基因活性 王正光[1]，温鹏[2,*]，郑玉峰[3,*]，田耘[1,*] 138
光固化 3D 打印仿生氢键超分子水凝胶 吴家宇[1]，王晓龙[1,*] 139
纳米纤维纺织支架的构建及其在肌腱/韧带组织再生应用 谢宪瑞*，侯桂革，宋美霖，皇亚坤，杜嫣然，李先超 140
基于开环反应构建糖基阳离子生物大分子递送载体及生物应用 俞丙然*，赵亚琪，徐福建* 141
钛铜合金表面纳米结构化 $TiO_2/CuO/Cu_2O$ 复合涂层的制备 及其抗菌性、生物相容性研究 张远[1*]，窦金河[1]，张二林[2,*] 142
长效药物缓释牙本质骨修复材料的构建 赵夫健[1,*]谢佳漫[1]，陈晓峰[2] 143
仿生液-液相分离生物材料 赵鹏超[1,*]，边黎明[1] 144
海洋多糖仿生多功能水凝胶促伤口愈合作用研究 赵峡[1,2*]，赵桂园[1]，相广丽[1]，陈祥艳[1]，张苗[1]，张文尚[1] 145
分会场六：先进医疗器械开发与监管科学 146

无毒抗菌抗病毒超支化聚赖氨酸及转化研究 高长有 147
医疗器械标准高质量发展与产业创新 余新华 148
细胞自适应水凝胶及其再生医学应用 边黎明 149
植介入医疗器械涂层相关监管科学探讨 陈红 150
增材制造骨修复植入器械的创新与转化 樊渝江 151
医疗器械法规识别与分析-企业角度考量 高博 152
医疗器械法规识别与分析-企业角度考量 洪梅 153
《医疗器械用高分子材料控制指南》团体标准解读 唐毓婧 154
生物医用纺织品从实验室研究到临床应用的实践 王璐 155
基于拉曼光谱增强技术的循环肿瘤细胞分析检测研究 吴爱国 156
高可塑性生物降解型骨修复材料的转化医学研究和应用 杨磊 157
基于纳米羟基磷灰石的先进医疗器械研发 朱向东，张兴栋 158
3D 打印 Ti6Al4V 多孔植入物的紫外 LED 表面功能化 尹川 159
医用管道表面功能涂层构筑及降低置管并发症研究 徐家壮[1,*]，魏雨晴[1]，王浚洋[1]，梁丹玫[2]，苟菊香[2]，李卡[2]，李忠明[1] 160
基于 ROS 响应的新型共价分子前药及纳米给药系统的设计与抗肿瘤研究 黎鸿森[1]，韩博傲[1]，王荣义[1]，张家婧[1,*] 161
增材制造医用锌合金微观组织及性能研究 梁陆新[1,*]，刘景博[2]，王冰[1]，吴宏[2] 162
通过 MAO-聚己内酯改性氧化锌复合涂层增强 AZ91D 镁合金的防腐、抗菌和生物相容性能 何伟[1]，邵子婕[1]，何江海[1]，张玉林[2]，孙梦舸[1]，蒋雅琪[1]，温振国[1]，陈飞[1,*] 163
强力湿组织粘接的抗溶胀组织粘合剂 闫秋艳[1,*]，孙文[1]，刘廷武[1]，杨然[1]，栾世方[1,*] 164
一种用于检测和干预早期阿尔茨海默病中 β 淀粉样蛋白寡聚化的近红外探针 权莉[1,*]，林文孩[3]，宋钦涌[1]，岳江涛[1]，徐金尧[1]，王科威[1]，谢志刚[2] 165
聚氨基酸载体纳米药物的肿瘤靶向递释 沈娜[1*]，汤朝晖[1]，陈学思[1] 167
手性纳米颗粒的生物效应 徐丽广[1*] 168
体内自组装多肽纳米荧光造影剂 安红维*，王浩* 169
医用镁合金表面复合涂层的微观组织及生物性能研究 窦金河[1#,*]，冯亚康[1]，许文硕[1]，王宏卫[1]，栗周[1]，张远[1] 170
具有生物物理和生化信号的光交联双网络水凝胶用于感染骨缺损愈合 蹇光宇[1]，李帝泽[1,*]，陈陶[1,*] 171
分会场七：生物材料青年科学家分会 172
硒纳米药物的肿瘤精准增敏与临床转化探索 陈填烽 173
生物催化材料 陈雨 174

抑菌抗炎高分子人造酶医学材料 程冲 175
金属多酚配位纳米生物材料 代云路 176
抗氧化纳米酶 范克龙 177
生物材料助力肿瘤酶治疗 冯良珠 178
肿瘤微环境靶向免疫调控型纳米系统 郭伟圣 179
酶控代谢用于肿瘤治疗研究 黄鹏 180
化学修饰核酸药物递送与临床转化 黄渊余 181
智能异质结纳米医学 姬晓元 182
基于核酸递送载体的治疗性免疫细胞在体生成及应用 姜新义 183
光合细菌生物医药应用 李振华 184
合成生物材料动态调控细胞命运与免疫反应 罗忠*，李孟桓，任惜娇，王璇，刘迎琦 185
光学-磁性功能成像探针和精准活体成像 宋国胜 186
脑肿瘤纳米药物开发策略：从基因新靶点的筛选到脑靶向生物纳米药物的研制 师冰洋 187
生物医用高分子材料在疾病免疫治疗中的应用研究 毛奎荣[1]，王嘉良[1]，辛艳宝[1]，谭慧珠[1]，丛秀秀[1]，杨永广[1]，孙天盟[1,*] 188
多肽分子可控组装与生物功能调控 王怀民 190
功能性心肌补片通过调控心脏驻留巨噬细胞生态位促心梗修复 王乐禹 191
基于新型纳米材料的核酸快速富集与分析方法 张博 193
团簇酶与神经创伤修复 张晓东 194
于共轭聚合物的生物医用光学/超声诊疗系统 甄叙 195
基于聚合物表面修饰菌影的杂化肿瘤 DNA 疫苗递送载体的设计与应用 齐睿权[1]，Marie Beitelshees[2]，刘浩田[1]，陈俊良[1]，Charles Jones[2]，Blaine A.Pfeifer[2,*] 196
气凝胶基类骨脑电电极用于创伤性癫痫监测 王腾蛟[1,*]，王俊杰[1]，李鹏[1]，黄维[1] 198
不依赖 pH 快速原位成胶的生物粘附水凝胶及其在胃肠道的应用 徐夏忆[1]，边黎明[1,*] 200
基于镁的释氢疗法逆转 CAFs 表型激活系统性抗肿瘤免疫 符静珂[1,*]，孟潇妍[2]，刘忠龙[2]，郝永强[1,*] 201
生物启示的骨修复材料的制备及性能研究 薛健民[1]，吴成铁[1,*] 202
负载工程化外泌体的脱氢表雄酮多肽水凝胶通过保护视网膜微环境抑制视网膜缺血再灌注损伤 张竹红[1,*]，彭圣钧[1]，高洁[2,*]，杨志谋[2,*] 203
负载 GDNF 因子的取向明胶支架促进脊髓损伤修复的研究 马进进[1]，李斌[1,*] 204
分会场八：AI 可持续发展分会 205
面向生物医药研发的深度分子模型和模拟 高毅勤 206
基于预训练的蛋白质工程通用人工智能 洪亮 207

AI 赋能药物研发 来鲁华 208
AI for Science 新范式驱动的微尺度科研及工业研发平台 孙伟杰 209
探索 AI4S 的未来：北大引领，深圳铸基 田永鸿 210
AI+自动化加速分子合成 夏宁 211
生物计算大模型技术赋能医药产业升级 张肖男 212
AI 在蛋白质结构预测的局限和对策 周耀旗 213
生命科学大模型 陈杰 214
化学大语言模型的进展和潜力 李玉强 215
基于多尺度微结构量子化学计算的深度学习方法用于小数据聚合物属性预测 章祎文 叶子豪 胡德骏 李志铭 * 张俊良* 216
人工智能合成化学 廖矿标 217
Computer-Aided Total Synthesis 林映甫 219
机器学习赋能的低对称性二维材料显微结构解析 王珊珊 220
融合超算和智算的药物分子设计研究 杨跃东 221
整合人工智能技术及分子生物学技术的微生物“暗物质”识别的系统技术开发 余珂 222
AI 赋能的拓扑蛋白质设计和开发 张文彬 223
基于生成式模型的范德华界面原子级结构的自动解析 黄文强[1,2,3,9], 金昱丞[6,9], 李哲民[7,9], 么琳[4*], 陈芸[2], 罗政[2], 周珅[2], 林金国[8], 刘峰[8], 高志峰[4], 程俊[6], 张林峰[4], 欧阳方平[3*], 王珊珊[1,2*] & 张锦[1,5*] 224
基于结构邻近机制的可解释红外光谱预测模型 刘丞军[1]，邹如强[1,2,3]，莫凡洋[1,2,3*] 225
基于机器学习的智能化柱层析预测模型 吴文超[1]，徐浩[2]，张东晓[2,3]，莫凡洋[1,4,5*] 226
聚合物微观结构量化计算与机器学习协同预测聚合物性质 章祎文[1]，叶子豪[1]，李志铭[1,*]，张俊良[1,*] 227
分会场九：新能源交叉发展分会 228
碳纳米管功能复合材料及储能应用 曹安源 229
碱性膜燃料电池电极催化材料 高敏锐 230
Tetrapyrrole-based covalent organic frameworks and beyond Jianzhuang Jiang 231
极端条件超导新材料 靳常青 232
异基元分子结光催化剂 兰亚乾 233
新型储氢材料和储氢机制研究 水江澜 234
电催化碳氮偶联 王双印 235
质子交换膜系统中的电催化 CO2 转化 夏宝玉 236
铜基材料介导低碳烷烃常温活化 徐冰君 237
面向高性能电池研究的实验技术和分析方法 禹习谦 238

锂键化学推动人工智能与新能源存储材料交叉新进展 张强 239
缺陷水滑石基纳米光催化材料 张铁锐 240
Cu 基材料电催化 CO2 还原 郑耿锋 241
钠离子电池材料及界面调控 陈卫华 242
限域电催化 丁炜 243
局域微环境增强电催化转化 何传新 244
Developing Nanostructured Materials for Hydrogen Oxidation/ Evolution Reaction in Alkaline Solution 李彦光 245
钾石墨负极 鲁兵安 247
氢电催化 罗威 248
水系锌离子电池材料与器件 牛志强 249
基于腐蚀工程调控的能源催化材料 刘旭坡，龚明星，赵桐辉，申涛，王得丽* 250
AI for Science 新范式赋能新能源材料智能研发 王晓旭 252
金属空气电池关键材料研究 徐吉静 253
自旋态调控的能源催化 张佳楠 254
水系锌电池关键材料的研发及器件应用 周江 255
钾基储能设备电极材料制备及储钾机制研究 赵硕卿 256
一步喷雾热解法制备锂离子电池高镍三元正极材料 孙吉平[1]，王接喜[1,*] 257

先进生物医用金属材料

邓旭亮

北京大学

教授/主任医师/博士生导师。北京大学口腔医院院长，北京大学跨学部生物医学工程系常务副系主任。中国医学科学院学部委员、长江学者特聘教授、“万人计划”领军人才。担任国家自然基金委创新研究群体负责人、国家重点研发计划项目首席科学家，国际牙医师学院Fellow、英国皇家化学会Fellow等。以第一完成人获教育部科技进步一等奖、中华口腔医学科技奖一等奖，获全国创新争先奖、全国优秀科技工作者、光华工程科技奖青年奖等。在Science、Nat. Mater.、Nat. Commun.、Adv. Mater.、ACS NANO等期刊发表论文250余篇，其中SCI收录论文160余篇，总被引用4534次，单篇引用最高362次，申请97项国家发明专利，授权55项，国际发明专利申请6项，获国药局III类医疗器械注册证4项。

电学微环境重构骨修复材料

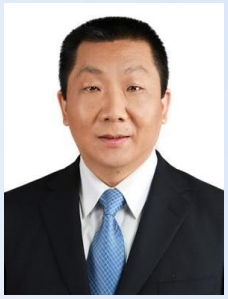
邓旭亮

北京大学口腔医院　　E-mail：kqdengxuliang@bjmu.edu.cn

报告摘要：

牙齿缺失常造成牙槽骨吸收，不利于后续修复，而牙槽骨低平的垂直骨增量是临床亟待解决的重大难题1，2。传统骨植入修复材料主要侧重结构及成分仿生，缺少对缺损区电学微环境的考量，性能不可按需调控，导致牙槽骨垂直骨增量的成功率低3，4，5。因此，本研究从仿生骨组织生长的动态电学微环境角度出发，利用铁电材料重构骨缺损电学微环境，通过调控材料表面电学异质性，并结合磁、热、超声等外场，实现原位、按需激活材料表面电势，有效提升了糖尿病、炎症、感染、骨质疏松等不利条件下的成骨响应，明显提高了骨缺损修复效率。同时，本研究发现电学微环境能快速激活免疫细胞响应，促进中性粒细胞募集及巨噬细胞极化，启动早期骨修复进程，阐明仿生电学微环境募集免疫细胞功能-促进骨再生的级联调控机制，进一步促进了电学微环境调控颌骨修复理论体系的发展，为建立牙槽骨垂直骨增量临床新策略提供了理论依据和材料支撑。

郝永强



上海交通大学医学院附属第九人民医院

医学博士，上海交通大学医学院附属第九人民医院主任医师，上海交通大学医学院教授，二级教授，博士生导师，国家重点研发计划首席科学家、国家工信部揭榜挂帅首席科学家、上海市卫建委生物医用材料重点专科带头人，上海市医学3D打印技术临床转化工程研究中心、上海骨科创新器械与个性化医学工程技术研究中心主任、数字医学教育部工程研究中心副主任、骨科行政副主任，曾任上海交通大学医学院院长办公室副主任、学科规划处处长、医院管理处处长。近年来，在国内外学术期刊上发表研究论文1９０余篇（其中，SCI论文85篇），以第一/通讯作者在Mol Cancer（1篇，IF: 41.4）、Nano Today（1篇，IF: 20.722）、Adv Funct Mater（3篇，IF: 19.9）、Advanced Science（1篇，IF: 17.5）、Bioactive Materials（1篇，IF: 16.8）、Biomaterials（3篇，IF: 15.3）等，已获国家专利授权61项（发明13项、实用新型48项）、计算机软件著作权3项。主编专著4部，副主编3部，参编6部。 2004年赴比利时Free大学附属医院骨科、2009年赴美国纽约斯隆-凯特琳癌症中心（Memorial Sloan-Kettering Cancer Center）骨科作访问学者。目前是SICOT中国部数字骨科学会副主任委员、中国国际科技促进会医工结合分会副会长、中国老年医学会智能与数字外科分会副会长、中国医师协会骨科医师分会骨科3D打印专业委员会副主任委员、国家卫计委医管中心3D打印医学应用专家委员会副秘书长、中国工程院“中国3D打印材料及应用发展战略研究”咨询项目生物医用组组长、中华医学会骨科分会骨科基础学组副组长、中华医学会医学工程分会数字骨科学组副组长、中华医学会骨科分会骨肿瘤学组委员、中华医学会骨科分会骨质疏松学组委员、中国医师协会骨科医师分会骨质疏松工作委员会委员、中国医师协会骨科医师分会骨肿瘤工作委员会委员、中国医师协会骨科医师分会骨肿瘤工作委员会脊柱骨盆工作委员会委员、中国研究型医院学会骨科创新与转化专业委员会常委委员骨肿瘤外科学组副组长、中国医学装备协会医用增材制造专委会委员、中国生物医学3D打印联盟第一届理事会理事、中国老年学会骨质疏松专业委员会委员、中国老年学会骨关节与脊柱疾病专业委员会委员、中国研究型医院学会骨科创新与转化专业委员会常委委员骨肿瘤外科学组副组长、中国研究型医院学会关节外科学专业委员会人工关节表界面材料研究学组副组长、中国老年学会骨质疏松分会3D打印专委会副主任委员、上海市中西医结合学会骨伤专业委员会常委及老年病与骨质疏松学组组长、中国抗癌协会肉瘤专业委员会骨盆环肿瘤学组委员、中国医药生物技术协会骨组织库分会委员、上海市康复医学会骨科康复专业委员会副主任委员、国际华人骨研学会会员、国际脆性骨折学会委员（FNN）、SICOT中国骨肿瘤学组委员、中国老年医学学会骨与关节委员会第一届全国委员会委员、SICOT中国上海分会骨病学组副组长、上海市医学会骨科专委会骨肿瘤专业组组长、上海市骨科医师协会骨肿瘤组副组长、上海市骨质疏松专业委员会委员、上海市数字医学专业委员会委员、上海市抗癌协会肉瘤专业委员会委员、《骨质疏松症防治中国白皮书》编委会委员等，《Digital Medicine》、《中国骨质疏松杂志》、《组织工程与重建外科杂志》副主编、《中国矫形外科杂志》编委（基础《实验》与组织工程主编）、《International Journal of Bioprinting》编委、《国际骨科学杂志》编委、《JBMR（中文版）》编委、《JBJS（中文版）》编委、《World Journal of Orthopedics》编委、《中华老年骨科与康复电子杂志》编委等。分别以第1完成人获上海市科技进步一等奖（ 2018年 ）、国家教育部科技进步二等奖（2022年）、中国产学研合作创新成果一等奖（2019年）、上海市康复医学科技奖一等奖（ 2016年 ）各一项，获中国高校科学技术奖二等奖（ 2001年 ）、中华医学科技奖三等奖（ 2002年 ）（第5完成人）、上海市科技进步三等奖（ 2004年 ）（第2完成人）各一项。获《科学中国人》年度人物（ 2018年 ），上海市医务工匠。

3D 打印个性化骨关节重建假体的研发与应用：上海九院模式

郝永强[1,2,3,4,5*]，罗丁豪[1]，吴钧翔[1]，冉朝阳[1]，邓亮[2,3,4]，王磊[1]，武文[1]，姜闻博[2,3,4]，戴尅戎[1,2,3,4,5]

[1]上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科，上海市制造局路639号，200011

[2]上海交通大学医学3D打印创新研究中心，上海市浦东新区锦尊路115号，200125
[3]上海市医学3D打印技术临床转化工程研究中心，上海市浦东新区锦尊路115号，200125
[4]上海骨科创新器械与个性化医学工程技术研究中心，上海市浦东新区锦尊路115号，200125
[5]数字医学教育部工程研究中心，上海市华山路1954号教三楼201室，200030
* Email: hao_yongqiang@hotmai.com

报告摘要：

目的：因创伤、肿瘤、炎症及感染等引发的骨关节复杂病损，导致患肢运动功能障碍或丧失，极大地影响生存质量，甚至危及生命。针对复杂骨关节病损，自主研发个性化骨关节重建假体及制备体系，以期实现复杂骨关节缺损的功能重建。

方法：上世纪80年代始，医工合作，产学研联合攻关，在国际上率先将3D打印技术引入个性化定制骨关节假体的辅助设计、手术模拟及辅助手术、直接制造等。在医院内部创设3D打印中心，根据骨关节病损患者的个性化临床需求，由医师和工程师联合门诊及查房，共同完成病人数据采集、个性化手术方案制定和手术器械设计，并共同完成手术植入及术后随访，形成医工合作上海九院模式。建立骨关节个性化功能重建一站式数字化平台，创建3D打印骨关节假体国产化全产业链技术集成体系。

结果：创建了个性化功能适配的骨关节重建技术体系；自主研发四代个性化定制骨关节假体并实现临床应用及推广；在个性化骨关节假体的金属3D打印材料、设计软件、打印装备及制造技术等领域已实现全产业链自主研发。创建基于3D打印模型、导板、假体的“三位一体”模式，实现了复杂骨关节重建从“削足适履”到“量体裁衣”治疗上质的飞跃。变“开放-观察-手术”的经验模式为“观察-开放-手术”的精准模式。2003年获国内首张定制型人工骨关节假体注册许可证，2020获国内首张个性化骨盆假体（定制）备案证。

结论：基于个性化治疗理念与3 D打印技术，彻底解决了复杂骨关节缺损的功能重建难题。

黄楠

西南交通大学

西南交通大学，生物材料表面与界面、心血管生物材料及再生医学研究方向，教授、特聘教授。南方医科大学东莞医院特聘教授。 国家百千万人才、国务院特殊津贴获得者，全国优秀教师，四川省专家，四川省学术技术带头人，国际生物材料科学与工程联合会Fellow，生物材料表面与界面国际委员会主席、中国生物材料学会监事。

先进心血管材料表面改性

黄楠

西南交通大学

报告摘要：

本文以血管支架为例，阐述了心血管器械的应用、发展及其存在的问题，从对心血管病变再生修复的需求出发，论述了作者团队在心血管器械表面工程领域开展的研究工作进展，并对今后的发展进行了展望

林昌健

厦门大学

二级教授、博士生导师。1985 年获厦门大学博士学位，师从田昭武院士。1987-1990 留美博士后。1991 年起任教授，2006 年起为厦门大学特聘教授。现任《电化学》等国内外 8 个刊物编委、副主编等职。长期从事电化学方法、材料电化学、生物材料表界面等研究。已主持 50 余项国家级科研课题，发表论文 540 余篇，H 因子：76，入选全球高被引科学家，全球前 2%顶尖科学家及全球学者终身影响力排行榜；已获授权发明专利 70 余项，编著 20 余部（章），获国家科技进步一等奖、教育部、福建省及军队科技奖等 20 余项，大部分科研成果实现转化应用，培养研究生 130 余名。 曾获“做出突出贡献中国博士”、国务院特殊津贴专家、国家杰出青年科学基金、中国电化学杰出贡献奖、厦门市科技重大贡献奖、中国腐蚀与防护学会首届会士、中国生物材料学会荣誉理事、欧洲自然科学院外籍院士等荣誉称号。

医用钛表面微/纳米有序多级结构构筑及成骨性能研究

林昌健*，张艳梅，姜品良，杨云，黄巧玲

厦门大学化学化工学院，固体表面物理化学国家重点实验室，厦门，360115 邮编

*Email: cjlin@xmu.edu.cn

报告摘要：

钛及钛合金具有良好的生物相容性、优异的耐蚀性、合适的力学性能，已成为当前骨科、齿科等植入体的主流材料。然而，常规医用钛基植入体表面生物活性不足，难以满足骨质疏松或骨量低下患者这一大群体植入体成骨要求，如何大幅度提升钛基植入体表面生物活性及功能性仍面临极大挑战。本工作基于仿生学的观点和天然骨组织有机/无机材料跨尺度精确组装的灵感，运用电化学自组织刻蚀、化学刻蚀及阳极氧化相结合的方法，通过调控电化学阳极氧化条件，在医用钛植入材料表面构建多尺度的微米-亚微米-纳米有序多级结构，从微/纳米尺寸、纳米有序性、润湿性、TiO2晶型等材料表面特性对前成骨细胞粘附、增殖及成骨分化性能进行系统分析，深入探究微纳米多级结构对细胞生物学行为调控的分子机理。体外实验及动物实验表明，钛金属表面微纳米多级结构可提供良好的界面微环境，有利于整合微米尺度结构良好的机械锁合性及纳米结构优异的促细胞粘附、增殖及成骨分化特性，可极大的增强植入材料与周围组织的结合，显著提高其骨整合性能。不同微米尺度的微纳米多级结构表面可通过激活Wnt/β-catenin信号通路，激励成骨指标的分泌如ALP、胶原及细胞外基质钙结节的形成，对于增强植入体表面的骨整合性起到关键的作用。微纳仿生结构可激活Wnt/β-catenin信号通路促进细胞黏附、增殖及成骨分化。微纳有序仿生结构还可调节巨噬细胞极化，下调TLR2/NF-κB信号通路，创造更有利的骨免疫调节微环境，改善骨质疏松环境下的骨整合。

刘宣勇

中国科学院上海硅酸盐研究所

现任中国科学院上海硅酸盐研究所生物材料与组织工程研究中心主任和东华大学生物与医学工程学院院长。2002 年毕业于中国科学院上海硅酸盐研究所获工学博士学位，2015 年获国家杰出青年科学基金资助，2018 年入选国家万人计划科技创新领军人才，2020 年入选国际生物材料科学与工程学会联合会会士 （Fellow），曾获上海市自然科学奖一等奖和上海市自然科学牡丹奖。主要研究方向为生物医用材料表面与界面，长期从事医用钛合金、医用镁合金、医用聚醚醚酮等医用材料表面改性研究，迄今共发表 SCI 论文 300 余篇，编著和主编专著 5 部，获授权专利 50 余项

骨植入材料表面功能化改性及转化应用探索

刘宣勇

中国科学院上海硅酸盐研究所，上海市定西路 1295 号，邮编 200050;

报告摘要：

报告医用钛、聚醚醚酮和镁等骨植入材料的临床应用对其自身的生物活性、促成骨作用、抗菌和抗肿瘤性能提出新要求。因此，生物医用材料表面选择性生物学效应的设计，如调节机体免疫反应、促进细胞活性的同时抑制细菌和/或肿瘤细胞等显得尤为重要。鉴于此，研究团队从医用材料表面功能设计、结构与组成对成骨细胞/细菌和肿瘤细胞的作用机制、选择性生物学效应调控机理等开展研究。基于医用钛材料，发现表面纳米结构调节细胞的免疫行为，建立材料结构-弹性模量-免疫调控模型，拓展“免疫促成骨”的材料学设计[1]；提出基于阻断电子呼吸链的生物安全抗菌机制，发展材料“抗菌促成骨”的界面调控体系[2,3]；构建“肿瘤微环境”的靶向机制，实现材料“响应抗肿瘤”的功能调控效应[4]。基于聚醚醚酮材料，发展“免疫时序调控”复合体系的设计与构建，改善材料活性及理化特性，时序调控免疫细胞行为实现抗菌和组织修复[5]。基于可降解镁材料，表面构建层状双氢氧化物的“复合功能平台”，达到抗菌、成骨、超疏水、自愈合及抗肿瘤性能的一体化设计和功能实现[6,7]。同时，推进相关骨植入材料表面功能化构建策略，开展具备相应生物功能医疗器械产品的研发与转化探索。

杨柯

中国科学院金属研究所

中国科学院金属研究所二级研究员，博士生导师。担任中国生物材料学会常务理事，中国生物材料学会医用金属材料分会名誉主任委员，2016 年当选为国际生物材料科学与工程联合会会士，2023 年当选为中国生物材料学会首批会士。主要从事新型医用金属材料及应用等领域的研究与开发工作，在国际上率先开发出多种类型含铜抗菌医用金属（不锈钢、钛合金、钴基合金、可降解镁合金、可降解铁合金等）、生物功能化金属（促成骨、促血管化、抗结石、抗肿瘤等）并推动其在骨科、齿科、心血管支架领域中的应用。已发表期刊学术论文 680 余篇，授权发明专利 180 余项，出版和翻译专著 10 余部，培养毕业博士研究生百名。

一种降低抗生素临床用量的新策略

杨柯

中国科学院金属研究所/Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, China

E-mail: kyang@imr.ac.cn

报告摘要：

植入物相关感染是临床长期存在和亟待的痛点问题。为预防发生上述感染，植入手术前后通常要注射或服用足量抗生素，进而降低临床上的感染发生率。各种耐药菌的出现已为抗生素的使用提出了重要挑战，而抗生素在临床上的过量使用也会产生新的问题。抗菌生物材料的研究与应用，为有效降低植入物相关感染的发生风险提供了解决方案，还有望成为一种降低抗生素临床用量的新策略，即抗菌材料植入物与抗生素联用的预防感染新策略。初步研究表明，医用抗菌金属（不锈钢、钛合金）的应用会明显提高抗生素的效力，进而显著降低抗生素的用量，因而有望为实现控制抗生素使用的国家战略提供科学依据。

郑玉峰

北京大学

北京大学材料科学与工程学院生命健康材料研究所所长、教授、博士生导师，国家高层次人才计划入选者、国际生物材料科学与工程学会联合会生物材料科学与工程会士、美国医学与生物工程研究院会士、中国生物材料学会会士。学术研究方向为新型生物医用金属材料与器械。作为项目负责人，先后承担国家重点研发计划项目、国家杰出青年科学基金、国家自然科学基金重点项目、联合基金重点项目等50 余项，出版英文专著2本，中文专著6本，发表英文SCI论文600余篇，被引用43500余次，H-index为102，科睿唯安2022、2023年全球高被引学者，获授权发明专利60余项。目前的社会兼职包括Bioactive Materials主编、中国生物材料学副理事长等。

可降解金属研究进展

郑玉峰

[1]北京大学材料科学与工程学院，北京市海淀区颐和园路 5 号 100871

*Email: yfzheng@pku.edu.cn

报告摘要：

可降解金属研究是目前医用金属领域最活跃的研究方向。经过全世界科研机构与医疗器械企业界二十余年的数据积累，先后有镁基可降解金属、铁基可降解金属和锌基可降解金属植介入器械进入临床或开展了人体实验研究，未来前景向好。本文回顾了可降解金属的定义、生物降解性与生物相容性双判据及其分类，分别介绍了镁基可降解金属、铁基可降解金属和锌基可降解金属的研究现状及尚未解决的科学问题，并对可降解金属未来的发展机遇与挑战进行了展望。随着人们对可降解金属植入体内的力学适配、降解适配和组织适配等科学问题更加深入的理解，未来将有更多的可降解金属新材料、新技术和新方法被研发，有效实现可降解金属材料降解与机体组织修复两个事件在时间和几何空间上的精准适配。

陈大福

北京积水潭医院

首都医科大学附属北京积水潭医院/北京市创伤骨科研究所骨组织工程与生物材料研究室主任，研究员，教授，博士生导师。从事骨/皮肤缺损再生材料、骨肿瘤切除后再生修复、骨/皮肤与生物材料的相互作用机制研究二十余年，承担或作为骨干参与国自然面上/重点、北自然面上/重点、科技部十四五、十三五专项等国家及北京市科研项目24项，在包括Advanced Functional Materials、Bioactive Materials、ACS Nano等学术期刊发表论文200余篇，总被引8500余次，H指数45。授权专利10件。入选“斯坦福2023年全球生物医学工程领域2%顶尖科学家”。现为国家药品监督管理局（NMPA）创新医疗器械评审委员会委员、NMPA骨科用医疗器械专家咨询委员会委员，中国生物材料学会医用金属材料分会第三届委员会常务委员、中国生物材料学会生物材料表界面工程分会第二届常务委员、中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会创伤与转化专家委员会副主任委员，生物材料国际权威杂志Bioactive Materials编委。

基于生物材料的肿瘤干预新策略研究

陈大福

北京积水潭医院，北京市西城区新街口东街31号，100035

*Email: chendf@mail.ccmu.edu.cn

报告摘要：

由于人口老龄化的加剧，预计到2050年全球新发癌症病例数将达到3500万，比2022年估计的2000万病例增加77%。2024年6月，国家癌症中心发布了最新一期的全国癌症统计数据，数据显示我国癌症患者的5年相对生存率为43.7%，而美国为69%，因此发展更加有效的肿瘤治疗策略刻不容缓。

多种生物治疗的发展显著改善了肿瘤患者的预后和生活质量，但由于对肿瘤的选择性较差，这些药物单独全身应用仍存在许多有效性和安全性方面的挑战。直接给药可能导致其在体内降解快、在非靶组织和器官的富集、实体瘤渗透性差等。生物材料的应用为全身给药后调节药物的药代动力学提供了新的解决方案。

我们团队围绕基于生物材料的肿瘤干预新策略展开工作，包括构建小分子活性药物递送系统、DNA/miRNA/Crispr Cas9等核酸递送系统用于肿瘤的化疗、基因治疗及免疫治疗等[1-5]。以近期工作为例，我们首先通过生物信息学分析研究了骨肉瘤中成孔效应蛋白家族（GSDMs）的关键成员，发现GSDME与骨肉瘤患者的预后和免疫浸润密切相关。并进一步证实了GSDME作为有效骨肉瘤免疫治疗靶点的潜力。然后，提出了成孔基因递送系统（LPAD/GSDME）联合顺铂（CDDP）诱导骨肉瘤的增强焦亡并重塑TME的治疗策略。LPAD/GSDME系统能上调骨肉瘤细胞GSDME的表达，联合CDDP促进高比例的骨肉瘤细胞焦亡。肿瘤细胞焦亡促进了促炎细胞因子的释放，募集并激活免疫细胞，实现了骨肉瘤TME的由“冷”转“热”，有效激活机体免疫系统对抗肿瘤并抑制肿瘤转移复发。

陈先华

重庆大学

重庆大学教授/博士生导师，材料科学与工程学院院长，国家杰出青年科学基金获得者。担任国家镁合金材料工程技术研究中心副主任，Journal of Magnesium and Alloys（SCI一区）和Acta Metallurgica Sinica (English Letters)编委，中国材料研究学会镁合金分会和国际镁学会秘书长。主要从事新型高性能镁合金材料与制备技术研究，具有多年理化检验检测相关教学、科研、管理工作经验。主持国家级项目十余项，发表SCI论文170余篇，包括2篇Science论文，SCI他引6300多次，授权发明专利30余项，负责和参与制定国家和国际标准3项，入选2022和2023全球顶尖科学家终身科学影响力排行榜。以第一完成人获得重庆市科技进步一等奖、中国有色金属工业科技一等奖和教育部自然科学二等奖，荣获2021年度国际镁科学技术特别创新贡献奖和2023年重庆市最美科技工作者。

可降解生物镁合金材料研发及在医疗器械上应用

陈先华* 佘加 欧阳思慧 潘复生

重庆大学材料科学与工程学院，重庆市沙坪坝区沙正街174号，400044

*Email: xhchen@cqu.edu.cn

报告摘要：

医用镁合金，以其卓越的体内可降解特性，正引领着介入治疗领域的革新，彻底摒弃了传统植入物需二次手术取出的不便，成为理想的生物医用材料。然而，镁合金材料在生物相容性、力学支撑力及可控降解速率之间的平衡难题，长期以来限制了其临床应用。本研究聚焦于突破这一瓶颈，通过生物镁合金成分优化策略，结合先进的塑性加工技术，旨在同步提升合金的力学性能、降解速率调控能力及生物相容性。成功开发了适用于心血管支架的Mg-Gd-Y合金体系与面向骨植入应用的Mg-Zn-Mn合金体系，两者均展现出良好的应用前景。深入探索了合金成分与加工工艺对心血管支架用镁合金微管成形精度与降解行为的影响机制。同时，我们进行了全面的生物学评估，剖析了合金成分对细胞毒性、成骨诱导等生物效应的促进作用，为构建生物安全性高、力学性能强且降解可控的镁合金植入器械奠定了坚实的理论基础。本研究不仅推动了医用镁合金材料科学的进步，更为未来可降解植入器械的临床转化开辟了新路径。

关绍康

郑州大学

博士，郑州大学教授，学科方向特聘教授，博士生导师，现任河南省先进轻合金重点实验室主任，中国生物医学工程学会介入医学工程分会主任委员，中国材料研究学会镁合金分会副会长，享受国务院政府特殊津贴专家。主要研究方向为生物医用材料与器件、先进轻合金设计及其精密加工新技术，材料表面改性技术等。先后承担国家重点研发计划、国家“863”、“973”、国家重点研发项目、国家自然科学基金重点项目 30 余项；在全降解镁合金支架、全降解镁合金骨植入器件和新能源汽车铝合金车身板材等方面取得一系列创新性的研究成果。撰写学术专著和教材 8 部；发表 SCI 论文 310 余篇，被 SCI 引用 6600 余次，h 因子 43；授权中国发明专利 37 项；获省部级以上奖励 10 项，其中省部级一等奖 3 项。

可降解镁合金脑血管类药性涂层支架的研究与开发

关绍康

郑州大学材料科学与工程学院 邮箱地址：skguan@zzu.edu.cn

报告摘要：

新一代可降解镁合金脑血管支架需要具有高柔顺性特点，适应壁薄脑血管特有的迂曲；也需要对降解行为进一步调控，重构病灶位置血脑屏障。基于此，开发高强韧镁合金薄壁微管制备技术，成功制备壁厚0.12-0.16㎜的微细管材，长度1000㎜以上；开发代理模型多目标优化流程进一步优化支架结构，支架变形更均匀，具有更高柔顺性和径向支撑力；使用天然小分子化合物开发类药性涂层，促进HUVEC细胞增殖，提高支架内皮化能力。动物实验表明支架涂层系统符合医疗器械皮内下实验相关要求（GB/T 16886.10-2017），植入3个月后血管保持通畅，支架结构完整，实现内皮化。

郝玉琳

中国科学院金属研究所

中国科学院金属研究所研究员、博士生导师，轻质高强材料研究部副主任，主要从事高强度低模量多功能钛合金及其增材制造技术研究。现任中国生物材料学会医用金属材料分会副主任委员、JMST 和 Materials 等 SCI 期刊编委；获得省科技进步一等奖等奖项；发表 SCI 论文约 160 篇，引用 1.2 万余次，H 因子 54；获授权发明专利 30 余项，其中美国专利 1 项。

结构功能一体化医用钛合金研究进展

郝玉琳

中国科学院金属研究所/沈阳市文化路 72 号　ylhao@imr.ac.cn

报告摘要：

医用金属材料通常具有高强高韧等优点，已经广泛应用于人体硬组织的替代修复。随着碳纤维高分子复合材料等新型材料的快速发展，生物惰性医用金属被更新替换的风险逐步提高。为了应对新挑战，在此简要论述结构与功能一体化钛合金的近期研究进展。主要包括如下几个方面：1）弹性模量的宽幅调控机制及其控制技术，满足植入器械的应力传导需求；2）高强高韧性能优化的新机制，研制超高强度医用钛合金，满足口腔种植体等植入器械的小型化需求；3）抗疲劳多功能特性的应用研究，开发超弹性脊柱动态固定系统和恒频率超声切割刀等新型功能化医疗器械。

刘咏

中南大学

现任中南大学粉末冶金国家工程研究中心主任，中国有色金属学会常务理事，中国生物材料学会医用金属分会委员会委员。1993 年本科毕业于原中南工业大学粉末冶金专业，1996 年获得材料学硕士学位，1999 年获得材料科学博士学位。随后，留校从事教学科研工作。先后赴美国橡树岭国家实验室和德国亚琛工业大学访问研究。2008 年获德国洪堡学者基金资助； 2015 年享受国务院政府特殊津贴。2016 年获得国家自然科学基金杰出青年基金资助；2017 年入选国家“万人计划”科技创新领军人才。长期从事粉末冶金新材料新技术研究，共发表学术论文 200 多篇，出版专著 2 本。已获得国家发明专利 50 余项，20 余项专利实现了成果转化。2011 获得国家科技进步一等奖（排名第 2）；先后获得省部级科技奖励 7 项。

齿科用高性能粉末冶金 Ti-Zr 合金研究

刘咏

中南大学粉末冶金国家重点实验室，湖南长沙 410083

*邮箱地址/E-mail：yonliu@csu.edu.cn

报告摘要：

Ti-Zr合金具有高强度、高耐磨性和优良的生物相容性等优点，在牙科种植体方面极具应用前景。目前商用的Ti-Zr合金采用铸造方法制备，存在组织不易控制，材料强度不够高等问题。本研究采用粉末冶金方法制备Ti-Zr合金，并引入固溶氧元素，经过热变形加工，得到 “富Zr区/贫Zr区”异质结构组织。结果表明，高氧Ti-Zr合金具有优良的室温拉伸力学性能和耐磨性能，烧结态Ti-15Zr合金屈服强度达到900 MPa，延伸率18.6%。热变形加工可以改变富Zr异质结构的组织形态，进一步提高材料力学性能。轧制态的Ti-15Zr合金，屈服强度达到1000 MPa，塑性仍高达20%，优于目前已报道的Ti-Zr合金。此外，粉末冶金Ti-15Zr合金的高周疲劳性能高于ISO 14801国际标准55%。同时，粉末冶金Ti-Zr合金具有良好的动态力学性能，应变率强化效应明显，具有较高的流变应力和优良的抗热软化性能。粉末冶金Ti-15Zr合金材料的强化机制主要包括：间隙固溶O原子改变了Ti-Zr合金中位错的滑移方式，通过激发螺位错的交滑移，显著提高材料的强度；富Zr条纹的弱界面对滑移形成了不完全阻碍，产生细晶强化及交滑移的位错强化。最后，研究报道了激光增材制造Ti-Zr合金的显微组织和力学性能，进一步揭示了富Zr异质结构的形成条件和机理。

马星

哈尔滨工业大学（深圳）

哈尔滨工业大学（深圳）教授/博导，国家级青年人才，广东青年五四奖章获得者，德国洪堡学者。长期致力于生物医用微纳米机器人研究，主持科技部战略性创新合作重点专项、重点研发计划子课题，国自然重大研究计划、面上项目等 20 余项。以通讯作者在 Nat. Electron.，Nat. Commun.，Adv. Mater.，J. Am. Chem. Soc.等国际高水平期刊发表论文 140 余篇，引用 12000 余次，H 因子 64。主编学术专著 1 部，申请国家发明专利 40 余项，授权 20 项。成果获深圳市自然科学二等奖（排名 1/5），黑龙江省自然科学一等奖（排名 2/4），中国光学工程学会科学技术奖科技进步一等奖（排名 2/10），个人曾获深圳市青年科技奖（全市 8 名），广东省材料研究学会青年科技奖（全省 15 名），马普智能所杰出青年科学家奖（年度 1 人）。

镓基液态金属微纳米机器人的构建与诊疗应用探索

马星

哈尔滨工业大学（深圳） *maxing@hit.edu.cn

报告摘要：

微纳米机器人是能够将其他形式能量转化成机械能实现自主运动的微小型结构与器件。凭借其小尺度下精准可控的运动性能，微纳米机器被认为是未来生物医学领域的变革性技术之一。我们围绕镓基液态金属材料的微纳制造与表界面改性，设计和制备了多种结构的生物医用微纳米机器人，揭示其自驱动的运动机理，发现了界面结构和物理化学性质对微纳米机器人高效驱动的作用机制，并进一步开发了磁功能化的微纳米机器人及其磁场驱动控制系统，开展了液态金属微纳米机器人在离体器官与活体动物环境下的靶向驱动实验，验证了微纳米机器人的生物医学应用可行性和潜在的临床应用价值。

宁成云

华南理工大学

华南理工大学教授、博士生导师，国家级高层次人才计划入选者；中国生物材料学会理事，中国生物材料学会表界面工程分会副主任委员。长期从事电活性生物材料、骨齿科生物材料等应用基础研究，主持国家自然科学基金重点项目、十四五国家重点研发计划课题等，在 Prog. Mater. Sci., Prog. Polym. Sci., Adv. Funct. Mater., ACS Nano, Angew. Chem. Int. Ed.等材料领域的国际知名学术期刊发表论文 100 余篇，主编学术专著 1 部，授权国家发明专利 30 余件，获省部级奖一等奖 3 项。

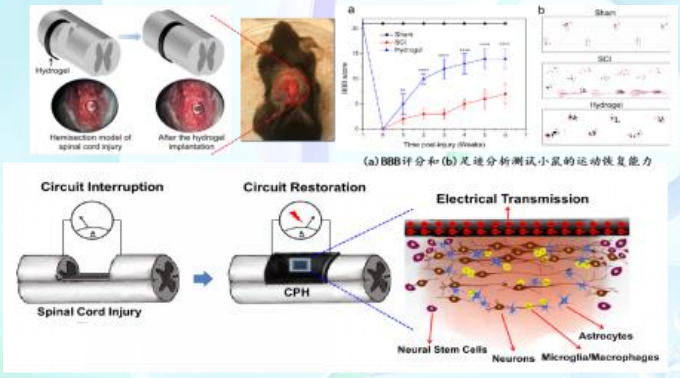
电活性生物材料

王珍高 翟锦霞，陈浩彦，周蕾，宁成云*

华南理工大学材料科学与工程学院/广州 *邮箱地址 imcyning@scut.edu.cn

报告摘要：

电活性生物材料是在电信号作用下能改变其理化特性或者在外界作用下产生电信号以促进细胞、组织再生修复的一类新型生物材料。电活性生物材料的基本特征：（1）可将外部的电信号、电化学信号和力-电信号直接传递给细胞/组织，产生不同生物学效应；（2）可监测与调控组织/细胞的生物电信号，并对生物电信号产生响应而改变其理化特性。作为新一代的“智能”生物材料，电活性生物材料能够直接传递电、电化学和力电信号给细胞和组织，引起了生物医学领域研究人员的广泛关注。本研究针对脊髓损伤尚无有效的治疗方法的临床难题，研制出仿神经电学微环境的导电水凝胶电活性生物材料，以适配脊髓组织机械性能和导电性能，通过仿神经电学微环境促进了神经轴突生长，为脊髓损伤的临床治疗提供了新的可能途径；电活性生物材料用于生物电极和生物传感器，具有优异生物相容性、信号监测的高灵敏性和准确性，对医疗技术、健康监测、脑科学和人工智能等领域带来重要影响。基于柔性传感器研制了一种压疮监测系统，通过将制备的电活性生物传感器体作为压疮的压力监测元件，同时引入了温湿度传感器作为压疮监测中受压部位的温湿度环境进行监测，将有助于减少压疮发生率和减轻护理人员的负担，为应对未来人口老龄化社会产生重要的影响。



电活性凝胶材料重新构建利于脊髓神经生长的电学微环境

翁杰

西南交通大学

骨植入修复体表面生物功能化及其激发相应组织响应

翁杰[1,3]，冯波[3]，郭泰林[1]，张成栋[1,3]，李金圣[1,2]，段国文[2,3]

1,2西南交通大学医学院（生物医学工程研究院） 成都 邮编：610031

2西南交通大学生命科学与工程学院成都 邮编：610031

3材料先进技术教育部重点实验室 西南交通大学材料科学与工程学院 成都 邮编：610031

E-mail：jweng@swjtu.edu.cn

报告摘要：

当材料植入人体时既然伴随创伤，产生炎症甚至感染，那么也必然经历促炎-抑炎，也即炎症-愈合这两个阶段，才能实现组织再生与修复。因此，在植入体表面构建生物功能化涂层，赋予其抗菌性能和成血管/成骨生成能力，研究其免疫响应及其与巨噬细胞的相互作用，探索其促进组织再生的影响机制，对开发具有表面特定生物功能的新型骨植入体具有重要的科学意义和临床应用价值。研究中采用多种表面处理技术在植入体表面构建微纳结构，并引入微量元素和抗菌成分等修饰具有特定生物功能涂层，通过材料表征和体内外生物学评价实验，研究植入体表面微/纳米结构的特性及其与生物效应的关联机制。研究结果表明，特殊表面结构结合生物功能因子能够赋予钛表面涂层抗菌和促进组织再生功能。图 1 给出钛表面微纳结构构建及其激发生物功能响应的具体实例，通过自主搭建的高通量水热合成装置成功在钛表面特殊微纳结构，该结构可下调炎性相关通路，促进体内新骨形成，实现快速骨整合。

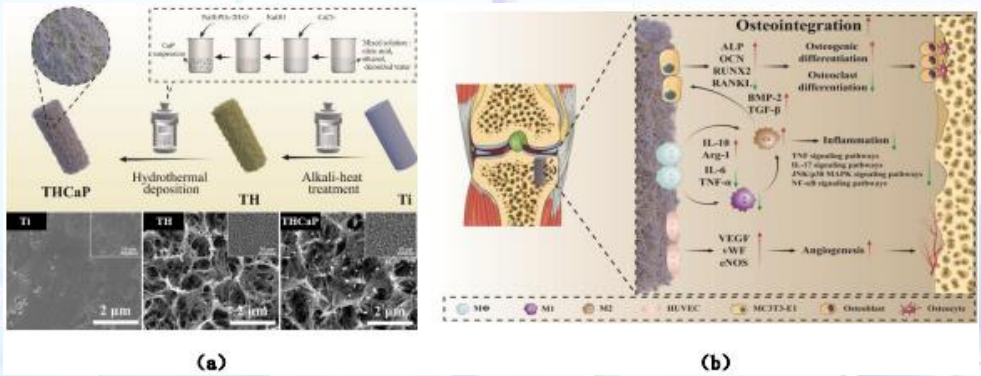


图1 钛植入体表面微纳结构构建。采用自主搭建的高通量水热合成装置，在钛表面构建了仿细胞外基质的羟基磷灰石纳米纤维三维网络涂层（a）；THCaP 表面特殊微纳结构下调炎性相关通路，促进体内新骨形成，实现快速骨整合（a）。

吴水林

北京大学

博士，北京大学博雅特聘教授，长聘教授，国家杰出青年基金获得者，科睿唯安“全球高被引学者”，中国生物材料学会医用金属分会候任主任委员，Bioactive Materials, Rare Metals, Nanomaterials, Colloid and Interface Science Communications , Journal of Functional Biomaterials 等期刊编委。主要从事医用金属植入材料、智能响应材料、抗菌生物材料、中药材料学的研究。以通讯/共同通讯作者在 Chemical Society Reviews, Matter, Nature Communications, Science Advances, Advanced Materials, JACS, Advanced Science, ACS Nano, Bioactive Materials 等国际期刊上发表论文 200 余篇， 论文总引用超过 24000 次， H 指数 88（Google Scholar），授权中国发明专利 30 余件。

钛植入体表面智能响应抗菌涂层

吴水林

北京大学、北京市海淀区颐和园路5号，100871

E-mail：slwu@pku.edu.cn

报告摘要：

人口老龄化以及各种物理伤害导致各类骨折骨缺损疾病及牙科疾病，因而对于植入体的需求日益增多。但是植入体面临的最大两个问题是细菌感染特别是细菌生物膜感染以及骨整合问题。传统处理方式是通过各种抗生素、抗菌剂、或者金属离子杀菌，杀菌同时严重损害正常组织导致并发症以及细菌耐药抗性，严重危害病人生命健康。我们课题组在植入体表面构建了不依赖抗生素的智能光声响应涂层材料治疗植入体表面细菌感染，也即是：在外部能量场作用作用下，智能响应涂层材料能够快速产生抗菌因子作用于病原菌，从而实现高效杀菌并促进成骨。其主要的杀菌机制是外部能量场可以激发智能响应材料产生催化活性或者局部快速升温的热效应，通过催化过程产生的自由基氧自由基或外场激发的局部热效应破坏细菌膜和内部物质(如蛋白质和DNA)直接杀死细菌，从而赋予植入材料具有可控、高效、快速、安全的杀菌效能。

杨志禄

南方医科大学

南方医科大学第十附属医院，研究员，博士生导师，中国生物材料学会科学技术奖一等奖获得者，广州南创珠峰医疗科技有限公司董事会董事。现任国际期刊 Smart Materials in Medicine（入选中国科技期刊卓越计划高起点新刊）创刊主编、中国科协旗舰刊 Research 副主编（Deputy Editor）及 Bioactive Materials 等期刊编委。担任中国解剖学会血管分会副主任委员、中国生物材料学会康复器械与生物材料分会常务委员、以及中国生物材料学会下属二级分会等 5 学术组织的委员及青年委员等职。研究方向聚焦心血管生物材料与再生医学研究。主持国家自然科学基金--国际(地区)合作与交流项目、广东省基础与应用基础研究基金--粤港澳研究团队项目及四川省杰出青年科学基金等省级/国家级项目 7 项。以通讯/第一作者在包括 PNAS, Nature Communications, The Innovation, Advanced Functional Materials，Research，Advanced Science, Biomaterials 等期刊共发表论文 60 余篇（论文平均 IF＞11）。获得授权发明专利 33 项。一项血管支架涂层专利技术以 1500 万作价入股实施了转化。

具有调控病变血管再生修复功能的血管支架研究

杨志禄

南方医科大学第十附属医院

*邮箱地址：zhiluyang1029@smu.edu.cn

报告摘要：

血管支架介入术作为心血管疾病治疗的重要手段之一，临床应用已近40年，目前全球每年约有400万患者接受血管支架介入治疗，每年消耗约500万只支架。尽管支架介入术救治了众多危重心血管疾病患者的生命，然而临床上依然伴随着再狭窄、晚期血栓及晚期再发动脉粥样硬化等系列并发症发生的风险，制约着临床治疗效果。究其原因，是目前临床应用的血管支架均不具备调控病变血管组织再生修复功能，难以实现病灶治愈。近10年来，杨志禄教授团队围绕“血管支架调控病变血管组织再生修复”关键科学问题，以病变血管病理学、生物学和再生医学基本原理为指导，着眼于内皮功能仿生设计理念，发展出具有仿生天然内皮细胞一氧化氮（NO）释放动力学功能的新型血管支架涂层材料，实现了支架表面仿生内皮长期、持续、稳定、可控释放NO，赋予支架同时兼具抗凝、选择性抗内膜增生而促进内皮再生多重功能。在此基础之上，团队进一步结合功能分子协同修饰技术，发展出具有特异选择性调控炎症反应、内膜增生及诱导病变血管组织原位再生修复的新一代血管支架，有效地抑制支架再狭窄和晚期的发生。

袁广银

上海交通大学

上海交通大学长聘教授，博士生导师。入选教育部“新世纪优秀人才”和“上海市优秀学术带头人”计划。现任上海交大轻合金精密成型国家工程研究中心副主任，中国生物材料学会医用金属分会副主任委员。长期从事可降解医用金属材料研究，解决了医用镁合金“均匀可控降解”的国际性难题，成功开展了近百例人体临床试验，最长的病人体内植入 5 年以上，取得了令病人满意的疗效，有望不久造福广大病患者。针对锌基合金的“老化、加工软化”等临床应用瓶颈问题，从材料源头设计上创新地解决了相关难题，研发的抗老化、高强韧可降解专利锌合金材料已在动物体内成功获得验证。发表 SCI 论文 200 余篇，被引用 7000 余次。拥有授权发明专利 30 余项（含 2 项美国专利），实现技术转让 16 项，荣获上海市科技进步一等奖等。

医用镁合金临床应用中面临的材料学问题及其解决路径

袁广银

上海交通大学材料科学与工程学院，上海 ，200240

E-mail：gyyuan@sjtu.edu.cn

报告摘要：

镁合金因具有可降解性、较高的生物安全性和良好的生物力学相容性等优点，在骨内植物等领域具有广阔的临床应用前景，被誉为“革命性的金属生物材料”成为近年来生物材料研究的热点。目前的研究大多围绕现有的商用镁合金开展相关的实验工作，然而现有商用镁合金作为可降解生物材料使用存在 “强韧性不匹配、生物安全性低、降解行为不可控”三个主要问题。围绕解决上述临床瓶颈问题，本报告将重点介绍我们研发的高强韧同时具有均匀可控降解性能和优良生物相容性的专利医用镁合金JDBM的设计思路、计算和实验相结合的实现途径及其作为骨内植物在动物体内外的相关实验结果[1-3]，包括近年来开展的人体临床试验结果[4]，初步展示出JDBM医用镁合金广阔的临床应用前景。

张二林

东北大学

工学博士，教授，博士生导师。国家重点专项项目负责人，东北大学材料科学与工程学院，教授，博士生导师。曾获中国科学院金属研究所“”获得者、黑龙江省“龙江学者”获得者、省高校科技创新团队项目负责人、省杰出青年基金获得者、辽宁省“百千万”人才工程千人层次入选者。先后作为项目负责人完成国家重点研发计划重点专项、国家重点研发计划政府间国际合作、国家自然科学基金、中国科学院“”、国防重点项目等 30 余项科研项目。研究方向：有色金属、金属基生物材料及表面改性。发表论文 200 余篇，SCI 检索 9000 余次。任中国生物材料学会理事，中国生物材料学会医用金属材料分会副主委，中国生物材料学会表界面工程学会常务理事。先后获省部级科技进步 2 等奖 1 次，3 等奖 1 次。

Ti-Cu 合金表面 TiNxOy/Cu2O/CuO 复合涂层的构建及其生物学性能研究

张二林*，赵晓彤

东北大学，zhangel@atm.neu.edu.cn

报告摘要：

采用等离子体增强氧/氮化双改性技术在Ti-Cu合金表面制备了TiNxOy/Cu2O/CuO涂层，系统探究了双改性技术对涂层物化性质、抗菌性能及细胞相容性的影响。结果显示，双改性技术显著提高了涂层与基体的结合强度并小幅度提高其耐腐蚀性能。此外，N原子以取代O位置的方式成功掺入Ti-O晶格中，诱使涂层长期保持超亲水性（水接触角＜5°）。

系统探究了Cu含量对TiNxOy/Cu2O/CuO涂层抗菌性能和内皮细胞（人脐静脉内皮细胞，HUVECs）相容性的影响。结果发现，随着涂层中Cu含量的增加，抗菌能力增大，其中Ti-5Cu和Ti-10Cu合金表面涂层具有强抗菌性能，并且CuO/Cu2O相接触杀菌机制使这之长期保持抗菌性能。然而，Ti-10Cu合金表面涂层中过高的Cu含量抑制了细胞增殖。因此，Ti-5Cu合金表面TiNxOy/Cu2O/CuO涂层具有最佳的Cu含量及存在形式，兼具优异的抗菌性能和内皮细胞相容性。

研究了Ti-5Cu合金表面TiNxOy-Cu2O-CuO涂层内皮化能力及影响机制。结果显示，涂层显著加速了HUVECs粘附、增殖、迁移和体外血管生成。涂层理想的Cu2+与NO2-释放、表面纳米结构和超亲水性能共同促进了内皮细胞中HIF-1α、VEGF和eNOS基因的表达，从而加速VEGF分泌和NO形成，最终促进内皮化性能。

研究了Ti-5Cu合金表面的TiNxOy-Cu2O-CuO涂层的炎症反应及其诱导的免疫微环境对内皮细胞活性的影响。结果显示，涂层释放的Cu2+可调控巨噬细胞促炎-抗炎表型转化以实现免疫调节效应。涂层在短时间内快速释放的Cu2+增强了M1巨噬细胞的促炎因子（TNF-α）分泌，有利于消除早期感染。之后，涂层缓释的Cu2+、表面纳米结构和超亲水性能共同作用加速了巨噬细胞M1到M2的表型转化，有利于组织后期愈合。因此，涂层诱导的免疫微环境可以促进HUVECs的募集、增殖、VEGF分泌和NO形成，进而加速内皮化进程。

先进生物医用无机非金属材料

步文博

复旦大学

复旦大学特聘教授，交叉研究发展中心主任，首届上海市杰出人才（2023年），国家杰青（2017年）；中国生物材料学会影像材料与技术分会候任主任委员、中国生物材料学会理事及BME Mat副主编、The Innovation等编委。主要从事材料生物学应用基础研究：发展了催化放疗增敏的新技术，引领并推动稀土上转换材料成为乏氧肿瘤诊疗研究的主流材料体系，获2022年上海市自然科学奖一等奖（第一完成人）；提出和引领化学动力学疗法成为一个全新的抗肿瘤新疗法，入选中科院与科睿唯安联合发布的《2021研究前沿》“重点热点前沿”；开拓了还原应激性损伤的肿瘤治疗新方向，入选 2022 Cell Press China Paper Award，并联合临床经动脉化疗栓塞术，推动还原损伤疗法向临床转化应用进程。作为通讯作者，在Nature Nanotechnology（2篇）等期刊发表论文88篇，他引2.3万余次，连续五年入选Clarivate Analytics（科睿唯安）全球高被引科学家榜单（2019-2023）。

一类基于细胞代谢重激活的抗肿瘤新疗法

步文博

复旦大学，上海市淞沪路2005号，200438

*Email: wbbu@fuduan.edu.cn

报告摘要：

近年来，步文博课题组在国际上相继提出了肿瘤化学动力学疗法、还原性损伤疗法、细胞代谢重激活疗法和蛋白质子化新技术等，这些抗肿瘤新疗法和新技术已成为纳米医学领域的前沿热点。本次报告将重点讲述基于细胞代谢重激活的肿瘤营养疗法（Nature Nanotechnology, 2024, DOI: 10.1038/s41565-024-01690-6.）。该疗法提出了一种安全、有效、以前未定义的基于干扰代谢通路的抗肿瘤新技术，即采用营养素重新激活黑色素肿瘤细胞特异性下调的代谢通路，进而干扰增殖至关重要的过程，可高效抑制黑色素肿瘤的生长。这类利用营养素重新激活受逆向调节的代谢通路的新策略，也有望广泛应用于治疗其它与代谢紊乱有关的疾病。

陈晓峰

华南理工大学

硅基材料调控组织再生的材料生物学机制

赵夫健[1]，陈晓峰[2,*]

[1]南方医科大学口腔医院，广州，510280

[2]华南理工大学材料学院，广州，510641

*Email: chenxf@scut.edu.cn

摘要正文：

以生物活性玻璃（BG）为代表的硅基材料近年来广泛用于骨、齿、皮肤等组织缺损的修复。然而，BG调控组织再生的分子机制研究不深入。尽管已有大量关于分子机制的文献报道，这些研究仅集中在BG对间充质干细胞、血管内皮细胞、巨噬细胞等的研究；并且分子机制的研究也主要是一些经典的信号通路的验证。显然，这些研究对探明BG调控组织再生的材料生物学机制是远远不够的。本课题组近年来关注到了BG与植入部位接触到的其他细胞的相互作用机制。并且从线粒体、细胞骨架等细胞亚结构的全新角度深入分析BG的材料生物学机制；特别是课题组在材料与细胞对接的最上游分子机制进行了大量深入研究，取得了一系列进展。

李斌

苏州大学

Prof. Bin Li is currently the Dean of School of Biology and Basic Medical Sciences, Deputy Director of Orthopedic Institute, and Director of Medical 3D Printing Center of the First Affiliated Hospital at Soochow University. He received the bachelor degree in 1996 and PhD degree in 2001 from Tsinghua University. He then worked at the Institute of Materials Research and Engineering, Singapore from 2001 to 2004. After that he pursued postdoctoral training at University of Pittsburgh in USA from 2005 to 2009. He joined Soochow University in 2009. He is the recipient of National Science Fund for Distinguished Young Scholars, Fellow of International Orthopaedic Research (FIOR), International Combined Orthopaedic Research Societies (ICORS), and Fellow of International Union of Societies for Biomaterials Science and Engineering (IUSBSE). He is the Membership Committee Chair of the International Chinese Musculoskeletal Research Society (ICMRS), Chair-elect of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine Chapter of Chinese Society of Biomedical Engineering, and Vice Chair of the Intelligent Biomimetic Biomaterials Chapter of Chinese Society of Biomaterials. He is the Associate Editor of Journal of Orthopaedic Translation, Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, and Biomaterials Translational. He has delivered more than 200 invited talks and published over 180 articles and 12 book chapters. His research interests include orthopaedic biomaterials, stem cells and tissue engineering, cellular biomechanics and mechanobiology.

基于微环境改良的骨再生

李斌

苏州大学苏州医学院骨科研究所 *binli@suda.edu.cn

报告摘要：

因疾病、意外等导致的大段骨缺损的修复仍是临床治疗的难点。现有的自体骨移植、异体骨移植等策略的临床应用仍受限于供体缺乏、免疫排斥反应等问题。为此，研发具有高成骨活性的骨植入材料的研究具有重要意义。骨损伤后，其内部微环境会发生一系列变化。例如，损伤部位会由中性或弱碱性变为偏酸性，血氧含量下降，渗透压升高等，活性氧水平和生长因子等浓度会发生明显改变；骨损伤后也会伴随血管破裂，导致损伤部位血供不足；另外还可能存在细菌感染、力学失稳和细胞流失等问题。针对这些骨损伤以后的微环境变化，我们开展了多方面研究，通过材料设计和力学刺激等方式对微环境因素加以调控，从而促进骨再生修复。

潘浩波

中国科学院深圳先进技术研究院

中国科学院深圳先进技术研究院医药所副所长，博士生导师，国际先进材料学会会士，科技部“十四五”重点研发计划首席科学家，人体组织与器官退行性研究中心主任，广东省生物医用材料国际联合研究中心主任，广东省海洋生物材料工程技术中心主任，深圳市海洋生物医用材料重点实验室主任，连续三年入选全球前 2%顶尖科学家榜单。兼任中国医疗保健促进会理事，骨科生物材料学部主任委员，中国生物材料学会理事，海洋生物材料分会侯任主任委员，生物陶瓷分会副主任委员，中国生物医学工程学会生物材料分会常务委员等。

探索未知的生命交汇点：硅基生命如何对接碳基生命

潘浩波

中国科学院深圳先进技术研究院 */E-mail：hb.pan@siat.ac.cn

报告摘要：

碳基生命的脆弱性反映了生命的脆弱性。硅作为地球上的第二大元素，对生命的起源尤为重要，不仅参与地球上氧气的形成，而且在生物医学领域也有广泛的应用，可以有效弥补碳基生命的脆弱性。因此，围绕硅基可以设计主动诱导组织再生和功能重建的新一代组织工程材料，其突出优势在于促进新生血管形成，促进干细胞的定向分化。因此，可以通过成分设计智能性和动态环境响应性开发新型组织诱导材料。

卫彦

北京大学口腔医院

北京大学口腔医学院主任医师、教授、博士研究生导师，国家杰出青年基金、国家优秀青年基金、教育部霍英东青年教师基金获得者，入选万人计划青年拔尖人才项目。以通讯/第一作者在 Science、Nature Materials 等期刊发表 SCI 论文 50 余篇，授权国际专利 6 项、国内专利 14 项，获首届北京市杰出青年中关村奖（首届共 6 人，医学仅 1 人）、树兰医学青年奖、茅以升青年科技奖、北京大学屠呦呦青年学者奖、教育部科技进步一等奖（2/17）、中华口腔医学会科技奖一等奖（2/13）等。受邀担任国际牙医师学院 Fellow、View Medicine 副主编、国药局医疗器械技术评审专家、中国妇女第十三次全国代表大会代表、中国科协第十次全国代表大会代表等。

The mechanism of dentine hypersensitivity: stimuli-induced directional cation transport through dentinal tubules

Yan Wei

1 Beijing Laboratory of Biomedical Materials, Department of Geriatric Dentistry, Peking University School and Hospital of Stomatology, Beijing, P. R. China *Email: kqweiyan@bjmu.edu.cn

报告摘要：

Dentine hypersensitivity is an annoying worldwide disease, yet its mechanism remains unclear. The long-used hydrodynamic theory, a stimuli-induced fluid-flow process, describes the pain processes. However, no experimental evidence supports the statements. Here, we demonstrate that stimuli-induced directional cation transport, rather than fluid-flow, through dentinal tubules actually leads to dentine hypersensitivity. The in vitro/in vivo electro-chemical and electro-neurophysiological approaches reveal the cation current through the nanoconfined negatively charged dentinal tubules coming from external stimuli (pressure, pH, and temperature) on dentin surface and further triggering the nerve impulses causing the dentine hypersensitivity. Furthermore, the cationic-hydrogels blocked dentinal tubules could significantly reduce the stimuli-triggered nerve action potentials and the anion-hydrogels counterpart enhances those, supporting the cation-flow transducing dentine hypersensitivity. Therefore, the inspired ion-blocking desensitizing therapies have achieved remarkable pain relief in clinical applications. The proposed mechanism would enrich the basic knowledge of dentistry and further foster breakthrough initiatives in hypersensitivity mitigation and cure.

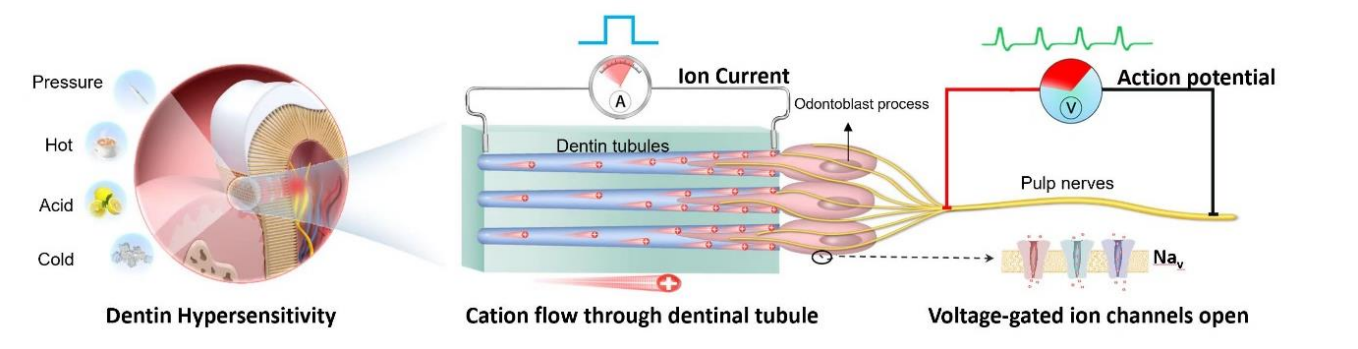


Fig 1. Dentine hypersensitivity mechanism model

We demonstrate that the directional cation transportion through the dentinal tubules is actually the mechanism of dentine hypersensitivity. Our results indicate that the external stimuli applied on dentin surface are well converted to cation currents through dentinal tubules, which downstream excite pulp nerves appropriately to dominate dentine hypersensitivity.

吴成铁

中国科学院上海硅酸盐研究所

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

中国科学院上海硅酸盐研究所研究员、博士生导师。现任中国科学院苏州生物医学工程技术研究所所长。主要从事生物医用材料与植入医疗器械的研究。先后获得基金委杰出青年，中组部 WR 计划领军、科技部中青年领军人才、国家海外高层次人才（青年类）、中国科学院海外人才计划、上海优秀学科带头人等。主持承担科技部十四五、十三五重点研发计划、十二五 863 计划、国家自然基金重点等科研项目。现担任学术期刊“Biomedical Engineering Frontiers”共同主编，“Applied Materials Today”和《无机材料学报》副主编、“Acta Biomaterialia”与“Bioactive Materials”编委。科研成果在 Advanced Materials、Science Advances、Matter、National Science Review、Materials Today、ACS Nano、Nano Letters、Materials Horizon 和 Biomaterials 等期刊发表 SCI 论文 310 余篇， h 指数 92，2015-2023 连续 9 年入选 Elsevier 评选中国高被引用学者榜单；主编 CRC 英文专著一部，并参与撰写 11 本英文专著章节。申请专利 72 项，其中 45 项中国专利及 2 项美国专利获授权、25 项实现企业转让。荣获国际生物材料联合会 Fellow、英国皇家化学会 JMC-Lectureship 奖、国际材联 IUMRS Young Scientists 奖、中国生物材料学会优秀青年科学家奖、中国硅酸盐学会青年科技奖、中国生物材料学会科技一等奖和黄家驷生物医学工程奖等荣誉。

3D 打印生物活性仿生材料的基础研究及其转化

吴成铁

中国科学院上海硅酸盐研究所，中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

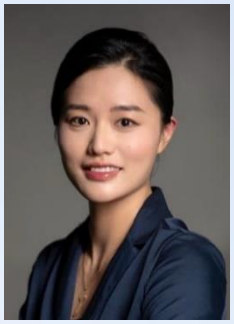
报告摘要：

3D打印技术是组织工程和再生医学领域最有前景的技术之一，其能够在三维空间中逐层堆叠多种成分（材料、细胞等），从而构建出复杂而精确的结构。因此，对于组织再生支架的构建，3D打印方法已远远超越了其他传统的制造方法。如何通过巧妙的设计，利用3D打印技术构建具有不同组成、结构和功能的个性化组织再生支架是再生医学领域的研究重点。我们针对3D打印支架仿生化、功能化的需求开展了一系列研究工作，从材料设计、结构调控，到功能化改性，再到多细胞打印人造组织，开发了多种具有优异生物学功能的3D打印组织再生支架。首先，我们通过对3D打印支架的宏/微观结构进行调控，构建了一系列具有优异组织修复性能的仿生支架。宏观上，通过精确的模型设计，打印出仿生莲藕、天然骨多级结构等支架，能够有效促进血管化骨再生。微观上，通过将微生物催化等技术与3D打印技术相结合，构建出具有特定微纳米结构的3D打印支架，显著地提升了支架的成骨性能。对于疾病所导致的组织缺损，具有单一修复功能的支架不能达到理想的治疗目的。因此，我们进一步将3D打印技术与表面改性策略相结合，开发了多种兼具肿瘤治疗和组织再生双重功

能的3D打印支架，从而更高效地治愈由肿瘤疾病导致的缺损。此外，针对复杂组织/器官的再生和构建，需要开发出多细胞规律排布的仿生支架。因此，我们将3D材料打印进一步拓展到3D多细胞打印，通过调控无机生物墨水的组成，设计细胞空间分布，构建出模拟不同复杂组织的多细胞支架。通过3D细胞打印构建的多细胞支架在体内、体外均具有优异的组织再生功能，这也为其他复杂组织/器官的三维重建提供了基础。进一步，我们将探讨如何进行临床转化和成果转化。

朱融融

同济大学



同济大学生命科学与技术学院，长聘特聘教授、国家杰青、博士生导师；同济大学脊柱脊髓损伤再生修复教育部重点实验室常务副主任；上海市衰老与退行性疾病学会衰老与认知障碍分会副主任委员、上海生物化学与分子生物学学会理事、中国研究型医院学会神经再生与修复专业委员会神经保护学组委员、国际华人骨研学会（ICMRS）终身会员；主攻生物材料与再生修复研究，获得国家及省部级项目十余项；在 Nature Communication、STTT、Advanced Materials 、Advanced Science、ACS Nano、Biomaterials 等期刊发表 SCI 论文 80 余篇，获批专利 11 项；获中国康复医学会科学技术奖一等奖、上海市自然科学奖一等奖、华夏医学科技奖一等奖、上海医学科技奖成果推广奖等奖项。

生物材料与干细胞命运调控

朱融融

1教育部脊柱脊髓损伤再生修复重点实验室，同济大学生命科学与技术学院，同济大学；上海市共和新路1238号；200070

*Email: rrzhu@tongji.edu.cn

报告摘要：

在组织再生领域，基于干细胞的治疗方法具有广阔的临床应用前景。维持干细胞多能性和有效诱导特定谱系分化对于确保其治疗效果至关重要。利用生物活性材料用于调控干细胞命运已成为研究领域的焦点和创新突破的关键途径。

我们最近开发了一个名为DeepScreen的高通量人工智能系统。我们成功地训练了一个卷积神经网络分类模型，可以准确预测神经干细胞分化的命运。DeepScreen平台是一个全面的、智能的高通量筛选系统，可以适应不同的神经营养因子、生物材料和生物材料因子组合。DeepScreen系统在预测干细胞命运方面具有精确性、高效性、广泛适用性和用户友好性的特征，能够简化和加速神经保护和再生相关新药物的筛选和鉴定过程，它有潜力在生物材料引导的干细胞命运调控和中枢神经系统再生研究领域取得重大进展。

基于这一AI筛选系统，我们设计并验证了由不同金属元素组成的层状双氢氧化物（LDH）纳米材料对各种干细胞自我更新和分化能力的影响，以及潜在的分子机制。研究表明，在小鼠胚胎干细胞(mESCs)增殖培养过程中添加Mg/Al-LDH可以增强其自我更新能力，不同粒径的LDH对mESC的自我更新有不同的影响。用不同阳离子组成的LDH处理mESCs，转录组学和蛋白质组学筛选显示，与Mg/Al-LDH相比，Mg/Fe-LDH更有效地激活LIF/PI3K/AKT信号通路。随后，激活下游TET1/2并促进mESCs中的DNA去甲基化过程。我们最近的研究发现，MgFe-LDH以一种时间依赖性的方式与细胞膜受体结合，促进ESCs的自我更新或定向分化。单细胞转录组分析

和分子动力学模拟研究表明，MgFe-LDH在ESC分化第1天与膜受体LIFR结合促进干细胞自我更新，而在第3天结合膜受体PTCH1促进其向神经元分化。在此基础上，我们利用LDH进行工程化脊髓类器官（enTsOrg）构建并研究了其功能。在全横断脊髓损伤动物模型中，enTsOrg显示出胸段脊髓的精确结构和细胞组成，并参与轴突再生和功能恢复。

总之，我们的研究集中在通过设计、优化和合成LDH纳米材料来调控干细胞命运和促进组织再生的功能和机制。对LDH的深入研究，考虑到其在不同培养环境下调控干细胞功能和机制的显著变化，将为开发组合治疗系统用于组织再生和生物医学应用提供新的策略。

陈俊

复旦大学附属华山医院

复旦大学附属华山医院 研究员 博导现任复旦大学运动医学研究所所长助理。在运动医学及其相关基础与应用领域积累了丰富的经验，截止到目前，作为负责人承担国家自然基金8项（青年、面上项目和6项国际交流合作项目），4项上海科委基金，英国牛顿基金会项目一项等，累积独立承担各级课题15项，同时作为学术骨干参与国家863项目，上海市自然基金和国家自然基金面上多项；获得9项中国发明专利授权（发明人排名前三），在国际专业期刊以第一作者或通许作者发表SCI论著36篇，其中IF>10的10篇，单篇影响因子最高15.8分，包括Advances Science(IF=15.8), Nano micro letter(IF=12.5)Small(IF=11.2), Chemistry of Materials(IF=10.2), Biomaterials (IF=10.3), Nano Research (IF=8.3), ACS Sustainable Chemistry & Engineering (IF=7.2), Nanoscale (IF=7.0), Chemical Communications (IF=6.3) 和 Journal of Materials Chemistry B (IF=5.0)等。先后获教育部科技进步二等奖，中华医学会科技进步二等奖，上海市医学会科学创新二等奖、复旦大学卓识人才等奖励和荣誉称号。

人工韧带与人工肌腱的研发

陈俊

复旦大学附属华山医院/Address *邮箱地址/E-mail：biochenjun@Fudan.edu.cn

报告摘要：

韧带与肌腱是维持人体运动功能的重要组织。一旦损伤，自我修复难度大，因此，临床常用自体或者异体组织以及人工材料作为修复手术的移植物。其中人工韧带与人工肌腱由于力学性能优异、功能可塑性强且术后患者能够早期康复，成为目前运动医学领域的研究韧带。但是，目前国内市场上，人工韧带基本被国外进口产品所垄断，而人工肌腱尚无临床获批产品，是亟待解决的临床迫切问题。尤其是人工韧带在国外应用上也发现存在以下问题：a)早年人工韧带在材料和仿生学设计方面存在缺陷，有较高失败率，被竞争对手大肆渲染成“灾难性失败”，阻碍了人工韧带使用；b)对人工韧带的认识不足，韧带安装时钻道定位错误，造成韧带过紧或过松，使用失效；c)国外临床应用缺少大样本多中心长期的人工韧带临床随访和客观评价支撑，造成对人工韧带的错误认识。d)对人工韧带缺乏产品标准与应用技术指南。针对以上问题，团队聚焦本课题中的关键科学技术问题，逐一攻关，设计并开展相关研究，以前交叉韧带损伤导致的膝关节不稳为临床突破口，开展国产化高强度人工韧带研发。创新性地将传统的挤压固定改成悬吊固定，同时对人工韧带进行仿生设计、材料表面生物处理，在人工韧带的关节腔段和钻道段的不同部位引入对应的生物活性材料，对韧带进行分段涂层修饰，不仅加速和促进钻隧道内自体骨组织再生，并且在关节腔段诱导和促进自体滑膜及纤维细胞在PET表面黏附生长，促进了人工韧带在体的整合。同时，在人工韧带的基础上，进一步拓展出人工肌腱尤其是人工肩袖补片的产学研研究。

陈陶

重庆医科大学附属口腔医院

教授、副主任医师、博士研究生导师。重庆医科大学附属口腔医院副院长。国家自然科学基金优秀青年基金获得者，重庆市自然科学基金杰出青年基金获得者，重庆市创新领军人才，重庆市中青年医学高端人才，重庆市“巴渝学者”青年学者。近5年主持国家级及省部级项目13项，以第一及通讯作者发表专业相关高水平SCI论文30余篇。相关研究申报国家发明专利7项，研究成果荣获“中华口腔医学会科技奖三等奖”、“重庆市医学会科技奖一等奖”等学术荣誉。

适应性纳米颗粒介导的线粒体稳态和炎症调节在感染性骨缺损中的应用及机制研究

陈陶

重庆医科大学附属口腔医院/重庆市渝北区松石北路426号

*邮箱地址/E-mail：chentao1985@hospital.cqmu.edu.cn

报告摘要：

目的：由于细菌病原体相关分子模式(PAMPs)引发过度炎症，感染性骨缺损(IBDs)表现出受损的骨愈合过程。作为协调免疫反应的重要因素，线粒体稳态维持是炎症阻断的核心。一方面线粒体可以产生活性氧簇（ROS）帮助清除病原体，另一方面 ROS 的过度产生将导致严重且持续的炎症反应而阻碍组织愈合[1]。因此，合理构建生物活性材料以维持线粒体稳态，从而取得病原体清除和炎症减轻之间的平衡，可能是实现感染性骨缺损有效治疗的潜在策略。

方法：通过TEM等检测进行材料表征；评价其光热性能，并通过理论计算探究光热转换机制；通过ESR等验证其微环境响应的多功能纳米酶活性；通过细菌涂板、生物电镜等方法评价其抗菌活性并探讨抗菌机理；使用转录组测序、PCR、免疫荧光等验证其线粒体稳态维持效果并探究其抗炎促愈合的生物学机制；通过大鼠胫骨骨髓炎模型评价对IBD的治疗效果。

结果：成功合成了HA@Ce-TA 纳米颗粒[2]。HA@Ce-TA有优良的光热效应并发现其源于超分子的LMCT和iMIPT效应。此外，HA@Ce-TA在感染微环境能通过POD/OXD拟酶活性产生ROS，协同光热杀死细菌以减少PAMPs的积累，减弱PAMPs诱导的TLR信号激活和线粒体应激。在被巨噬细胞吞噬后，它可靶向线粒体促进线粒体融合，并模拟SOD/CAT清除过量的ROS以维持线粒体稳态，最终成功阻断炎症级联反应。体内实验表明HA@Ce-TA对SD大鼠的感染骨缺损有较好的治疗作用。

结论：该纳米颗粒具有变色龙样的自适应调节功能，可阻断以线粒体为中心的炎症级联反应，大大提高了IBD的治疗效果，为线粒体稳态维持策略治疗IBD提供了范例。

戴红莲

武汉理工大学

磷酸钙镁功能化材料治疗骨代谢异常相关疾病

戴红莲

材料复合新技术国家重点实验室，武汉理工大学，武汉，430070

* Email: daihonglian@whut.edu.cn

报告摘要：

骨质疏松、骨关节炎、肿瘤骨转移等骨代谢异常相关疾病，多伴急、慢性疼痛、病理性或大尺寸骨缺损，严重影响患者生活质量。由于，骨代谢异常相关疾病发病机制复杂，可分为退行性、免疫炎症性、肿瘤性、内分泌异常性、药物性、遗传性等。常规的手术或者材料治疗难以适配骨代谢异常的微环境，其治疗极为困难。因此，针对骨代谢异常性疾病的病因和发病机制，设计并精准制造具有适当组分、结构、力学、降解及生物活性的功能化骨修复材料，以及通过调控病理微环境、促进神经血管网络重建、原位诱导大尺寸骨缺损再生并实现功能重建，促进无生命材料向健全功能组织转化，是亟待解决的关键问题。磷酸钙镁材料具有原位自固化性、低固化热、可塑性、可降解性，能够用于微创手术治疗或增材制造个性化治疗，具有广阔的临床前景。本研究基于磷酸钙镁材料，通过活性因子/药物/分子的高量负载、功能元素（镁、锶、锌等）掺杂、场驱动材料（磁、热、电等）集成，制造适配不同骨代谢异常疾病的多功能材料，探索其调控病理微环境、促进神经血管网络重建、原位诱导大尺寸骨再生的作用机制，为新型骨修复材料的设计和构建提供新思路，为骨代谢异常相关疾病治疗提供新策略。

黄沙

中国人民解放军总医院（301 医院）

解放军总医院损伤器官重构与再造重点实验室副主任、“卓青”人才、科技领军人才、博士生导师，国防基础加强重大项目首席科学家。中国生物材料学会临床试验研究分会副主任委员，中国研究型医院学会生物材料临床应用分会副主任委员。主编出版国内首本生物3D打印学术专著《生物3D打印与再生医学》，获出版政府奖。发表sience advances等SCI文章70篇，H index36，他引＞5196，获中国生物材料学会科学技术进步奖（一等）、王正国创伤医学奖、Bioactive Materials Innovation Award、国防科技创新先锋个人等荣誉称号，完成生物墨水成果转化3项，主持生物3D打印皮肤临床试验和应用推广3项。主持国家自然科学基金及国家重点研发计划等16项。

皮肤再生需求引领的生物 3D 打印创新与未来挑战

黄沙

解放军总医院

报告摘要：

随着再生医学的快速发展，皮肤再生需求日益增长，特别是在烧创伤和糖尿病溃疡等导致的大面积皮肤缺损治疗中。生物3D打印技术作为关键技术之一，通过有序时空分布的细胞和生物材料，为损伤组织修复和器官功能恢复提供了新的可能性。本研究探讨了生物3D打印在皮肤再生中的应用，包括生物墨水的设计、3D微环境的精准构筑，以及生物信号与微环境的协同机制。针对皮肤再生中遇到的挑战，如干细胞命运选择、组织形成时空信号等，本研究提出了一系列创新策略，包括新型生物墨水的研发、新型生物打印技术的应用，以及汗腺再生微环境的构建和临床转化应用等。这些策略不仅推动了生物3D打印技术的创新，也为临床治疗提供了新的解决方案。

赖毓霄

中国科学院深圳先进技术研究院

研究员、博士生导师赖毓霄博士，现为中国科学院深圳先进技术研究院研究员，博士生导师。医工所副所长、转化医学中心执行主任，广东省生物医用材料增材制造工程实验室主任，国家自然科学基金优秀青年基金获得者、广东省科技创新青年拔尖人才、深圳市地方领军人才等荣誉。从事骨科植入性功能材料的研究和临床转化应用。在相关领域权威期刊如Nature Communication、Advanced Materials、Advanced Functional Materials、Advanced Science、Bioactive Materials、Biomaterials等共发表文章68篇。以第一或通讯作者（含共同)发表 SCI文章32篇，其中高被引文章4篇。申请中国专利49项，授权16项， PCT13项，（其中4项进入美国专利国家申请阶段）。核心技术形成产品“含镁高分子可降解骨修复材料”，通过国家药品监督管理局（NMPA）创新医疗器械特别审批进入多中心临床试验的。作为项目负责人承担国家自然科学基金、科技部重点研发计划及“863”青年科学家项目，中科院创新交叉团队、以及广东省和深圳市等项目。荣获全国巾帼建功标兵、中国专利奖银奖，深圳市技术发明奖和日内瓦发明奖银奖。

3D 打印骨修复材料的研发与应用

赖毓霄

中国科学院深圳先进技术研究院 *yx.lai@siat.ac.cn

报告摘要：

老龄化、肿瘤、感染及炎症等原因导致的大段骨缺损是骨科临床中难以治愈、富有挑战性的难题。疾病、血供不良以及缺损的部位及形状、受力异常等多种复杂因素都会严重的影响长段骨缺损的愈合，被认为是终身都无法自我修复的。临床上希望利用合适骨填充材料代替自体骨填补缺损部位以提升缺损修复能力。本研究以3D打印技术为桥梁，开发具有多功能的活性聚合物基复合材料，并研究该类材料在大段骨缺损、骨肿瘤及复杂不规则骨缺损修复方面的生物医学应用。利用3D打印技术对多孔支架进行功能导向结构设计，制造具有精细仿生结构、适宜力学强度，促进缺损部位成骨及血管化的多功能生物活性材料。利用有针对性的疾病模型，从材料学、生物学、组织学、影像学方面对该新材料的理化性能、体内体外生物安全性和有效性进行全方面的测评，评估体内骨缺损部位骨组织修复及其生物学功能重建的效果，并探讨其临床转化的可能性。

李永生

华东理工大学

华东理工大学/石河子大学教授、博士生导师。教育部“长江学者”特聘教授，国家重点研发计划项目首席科学家，享受政府特殊津贴。主要从事新型生物材料、多孔材料及其催化能源应用等研究，先后在Chem. Soc. Rev., Chem., Adv. Mater., J. Am. Chem. Soc., Nat. Commun.等期刊发表论文200余篇，多篇入选ESI热点和高被引论文，被SCIE引用14500余次，H指数64。部分研究成果获2014上海市自然科学一等奖（排名第二）。曾入选国家百千万人才工程”和“有突出贡献中青年专家”、 教育部新世纪优秀人才、上海市优秀学科带头人、上海领军人才等。

硅基杂化生物材料及其肿瘤精准诊疗性能

李永生

华东理工大学材料科学与工程学院/石河子大学化学化工学院

E-mail：ysli@ecust.edu.cn

报告摘要：

氧化硅基生物材料具有生物相容性好、表面易改性、稳定性高等特点，在药物递送、肿瘤诊疗及组织工程等领域具有较大的应用潜力。然而，现有氧化硅基生物材料的发展应用依然面临诸多挑战，如孔结构难以精准调控、生物学效应尚不明确以及硅骨架活性不足等。因此， 我们提出“胶束介导的硅基杂化生物材料”新思路，创制了系列具有稳定性可控、装载能力强、精准响应和可控释放等特性的胶束介导硅基杂化生物材料，为肿瘤临床精准诊疗提供了新型材料平台。围绕前面的研究思路，本报告将介绍我们在肿瘤高效治疗用硅基杂化材料的设计与制备方面的最新研究进展。

林开利

上海交通大学医学院附属第九人民医院

博士，上海交通大学医学院研究员、博士生导师、PI，上海市口腔医学重点实验室副主任，上海九院口腔颅颌面科行政副主任。

从事生物材料与再生医学、口腔基础研究。获中科院卢嘉锡青年人才奖，入选上海市优秀学带、上海交大医学院双百人计划，连续 4 年（2020-2023）入选斯坦福大学发布的“年度全球前 2%顶尖科学家”、“具有终身影响力的全球前 2%顶尖科学家”榜单。兼任上海口腔材料专委会主委等职务。历任 16 本学术期刊副主编/编委/顾问编委。主持 2 项国家重点研发课题、6 项国家自然科学基金、9 项上海市科委/卫健委项目等 30 余项；于 Science Advances, Interdisciplinary Materials, Advanced Functional Materials, Biomaterials, Bioactive Materials 等期刊发表一作/通讯 SCI 论文 150 余篇（18 篇封面、50 余篇 IF>10）；发表论文被引次数>10900 次（Web of Sciences™）；合著中英文专著 9 部；起草医疗器械行业标准 4 项、团体标准 4 项；获授权发明专利 16 项。

骨修复材料的设计与成骨机制

林开利

[1]上海交通大学医学院附属第九人民医院，上海市黄浦区制造局路 639 号，200011

*Email: lklecnu@aliyun.com

报告摘要：

材料良好的诱导成骨活性是突破其临床应用瓶颈的关键，尤其在大尺寸和病理性骨组织缺损修复和再生领域。本报告介绍课题组从“人体骨组织自愈合”机制出发，利用“人体自身生物反应器”原理，从材料微纳结构、活性组成、宿主耦合电生理微环境调控，及其生物学功能等角度设计和制备原位诱导骨组织再生功能的生物材料；及其调控骨，以及骨质疏松、糖尿病、牙周炎、感染性、衰老等病理性骨组织的修复功能与再生的生物学机制。

吕宏旭

中国科学院上海硅酸盐研究所

中国科学院上海硅酸盐研究所特聘研究员、博士生导师、独立PI。2009年于日本筑波大学物质与材料工程专业获得工学博士学位，此后先后在日本国立物质材料研究所，澳大利亚新南威尔士大学，悉尼科技大学从事博士后及研究员的工作,于2022年由上海高层次人才计划引进回国。2015年获得澳大利亚研究理事会DECRA基金。2012年获得日本再生医疗学会优秀青年科学家奖。在类器官、生物医用材料、类器官芯片，组织工程等领域有一系列突出成果，已发表SCI论文90余篇，其中包括Advanced Science, Advacned Functional Materials, Materials Horizons,Biofabrication, Biosenseors and Bioelectronics, Small，Biomaterials, Acta Biomaterialia, Biomacromolecules等期刊。

硅酸盐基生物活性材料用于类器官培养

马文平，郑毅，杨广贞，张洪健，卢明夏，马红石，吴成铁，吕宏旭*

中国科学院上海硅酸盐研究所，上海市长宁区定西路1295号，邮编200050

*Hongxu.Lyu@mail.sic.ac.cn

报告摘要：

类器官具有与体内相应组织近似的结构和功能，较高程度保持干细胞的生长和分化潜力，为组织工程和再生医疗提供了新型的富有潜力的细胞源。类器官的生长发育需要水凝胶来维持，目前类器官培养用水凝胶以基质胶为主，但基质胶为小鼠EHS肉瘤提取物，其组成复杂、机械性能差、不同批次间差异大，基质胶不利于物理或生化操作。而其他的合成或天然水凝胶，在支持类器官发育方面存在活性有限、交联复杂等不足。硅酸盐基生物活性材料由于其显著的生物活性、生物相容性和可调节特性，在生物医学应用中受到了极大的关注。因此，利用无机活性材料进一步改进水凝胶体系，有望开发出理想的用于类器官培养的水凝胶体系。本研究利用硅酸盐生物陶瓷的生物活性，开发复合水凝胶体系，用于类器官的培养。通过添加硅酸盐生物陶瓷，诱导干细胞的分化，促进类器官的发育和功能化；并探究了硅酸盐生物陶瓷促进类器官结构形成和发育的生物学机制。本研究证明了硅酸盐基生物活性材料有望作为支持类器官培养的基质材料，促进了无机活性材料在类器官相关研究中的潜在应用。

马红石

中国科学院上海硅酸盐研究所

中国科学院上海硅酸盐研究所副研究员，硕士生导师。研究方向主要为设计并构建功能化生物活性陶瓷支架，用于复杂组织再生以及肿瘤治疗等相关研究，取得一系列原创成果。共发表SCI论文30余篇，其中以第一/共一/共通讯作者在国际高水平学术期刊Advanced Materials, Advanced Functional Materials, Advanced Science, ACS Nano, Biomaterials, Nano Letters, Bioactive Materials, NPG Asia Materials, ACS Applied Materials & Interfaces, Acta Biomaterialia等发表学术文章15篇。主持国家自然青年科学基金、上海市自然科学基金面上项目等多项科研项目。入选中科院稳定支持基础研究领域青年团队成员(2022年)、上海市青年科技启明星计划、中科院青年促进会会员、中国博士后创新人才支持计划、上海市超级博士后激励计划。担任学术期刊“Microstructure编委，“无机材料学报”青年编委，上海市科技专家库评审专家，中国生物材料学会生物陶瓷分会第二届委员会委员。

3D打印多功能复合陶瓷支架用于肿瘤引起的组织缺损治疗与修复

马红石，吴成铁

中国科学院上海硅酸盐研究所，mahongshi@mail.sic.ac.cn

报告摘要：

引言

乳腺癌已成为全球女性健康的头号杀手然而，手术治疗会导致乳房的部分或全部缺失，引起心理抑郁和焦虑。为了在手术后重建乳房，临床通常采用自体组织瓣或植体技术。然而，自体组织策略会对患者造成额外的损伤，并且移植组织可能因缺血而坏死传统的硅胶植入物可能导致组织纤维化，植入物破裂将严重威胁患者的生命此外，手术后的放疗或化疗对患者的生理健康也有不可避免的副作用，如恶心、脱发、免疫力低下等。因此，迫切需要一种新的治疗策略来提高患者的术后生活质量。

材料与方法

我们采用水热法合成了硅酸钙（CS）纳米线。采用溶剂热法合成了铁磁性Fe3O4微球。随后，通过3D打印技术制备出形貌、大小可控的多功能生物活性复合陶瓷支架(Fe3O4-CS-GelMA)。系统研究多功能生物活性支架磁热性能。通过一系列体外细胞实验，探究复合支架对成脂相关基因、蛋白的调控作用。裸鼠实验系统评估3D打印活性复合陶瓷支架体内成脂能力。通过体外乳腺癌细胞杀伤效果、裸鼠皮下肿瘤治疗效果，系统探究复合支架抗肿瘤能力。

结果与讨论

与纯GelMA组和空白组相比，硅酸钙纳米线释放的生物活性硅离子使Fe3O4-CS-GelMA支架的脂肪生成能力

显著提高。释放的生物活性无机硅离子对成脂分化起到积极作用，这可能与激活了FABP4, leptin, adiponection等成脂相关基因的表达有关。Fe3O4-CS-GelMA复合支架可能通过刺激了PI3K和Akt信号通路的蛋白磷酸化水平，进而激活脂肪生成。体内油红O染色结果进一步表明，与不含无机成分的纯GelMA相比，含有ADSCs的Fe3O4-CS-GelMA支架可以明显刺激脂肪的形成。此外，通过调节输出电流的强度和磁热治疗的持续时间，利用Fe3O4微球优异的磁热性能，可以在交变磁场(AMF)下有效地杀死乳腺癌细胞。在原位乳腺癌模型中，Fe3O4-CS-GelMA支架可以在AMF下消除乳腺癌，并且肿瘤在两周内没有复发。

结论

通过3D打印方法构建的Fe3O4-CS-GelMA生物活性复合支架材料，具有双功能性。一方面，得益于释放的功能无机Si离子，显著的促进体外、体内脂肪生成。另一方面，复合支架具有良好的磁热性能，有效杀死体外、体内肿瘤细胞。因此，这种新型的双功能支架能够有效修复乳腺癌手术导致的脂肪组织缺损，同时杀死可能残余的乳腺癌细胞。Fe3O4-CS-GelMA复合支架具有作为生物活性治疗平台的潜力，可以克服传统植入物的局限性，在乳腺癌手术切除后乳腺肿瘤患者的治疗中具有潜在的应用前景。

倪大龙

上海交通大学

干扰细胞通讯疗法

倪大龙

[1]上海交通大学，上海，200240

*Email: dalongni@sjtu.edu.cn

摘要正文：

细胞通讯，包括第一信使（胞外）和第二信使（胞内），在疾病的发生、发展中起到非常重要的作用。本报告将针对如何抑制/恢复细胞通讯，实现肿瘤/器官损伤的高效治疗开展汇报。如抑制IP3信使降低胞内钙弄浓度抑制癌细胞增殖、调控胞外氧化还原/酸碱平衡修复器官损伤、递送神经生长因子恢复皮肤损伤修复、搭载miRNA修复骨关节炎等。

个人简介：倪大龙研究员/博导,主要聚焦纳米修复医学，从事骨类疾病、器官损伤、皮肤感染等的生物医用材料及分子影像探针的研究。以第一/通讯作者在Science Adv.、Nature Commun、J. Am. Chem. Soc、Adv. Mater.等发表论文50余篇，论文被引用10000余次，H-index为46，目前担任Journal of Nanobiotechnology（IF=10.2）副主编。国家和上海市海外高层次人才计划入选者、《麻省理工科技评论》亚太地区“35岁以下科技创新35人”（TR35）、上海市东方学者特聘教授。

阮长顺

中国科学院深圳先进技术研究院

生物3D打印仿生骨材料

阮长顺

中国科学院深圳先进技术研究院、广东深圳、518000

*邮箱地址E-mail：cs.ruan@siat.ac.cn

报告摘要：

围绕骨组织工程当前存在的挑战，结合生物3D打印技术，课题组提出精准骨组织工程的研究思路，取得进展如下：1）以活体细胞为生物墨水，开展精准负载细胞的组织工程骨生物制造，并证实活体细胞引入可从改善再生微环境和种子细胞两个方面增强骨再生性能[1-2]；2）基于“3D打印+”策略，实现先打印-再负载细胞构建精准组织工程骨，在最大限度维持3D打印的精准性等优势前提下，还能实现高活性细胞负载，为骨修复开辟新思路[3]；3）基于骨缺损对于梯度结构材料需求，创建了轴向和径向仿生梯度结构的精准构建策略，并探索其在骨-软骨和节段骨缺损修复的应用研究[4-6]。

吴玫颖

中山大学

“人才引进”，教授，博士生导师。国家优秀青年基金、广东省杰出青年基金和深圳市优秀青年基金获得者，广东特支计划科技创新青年拔尖人才，深圳市高层次专业人才，主要从事纳米生物材料、纳米医学和药物/基因递送系统等领域的研究工作。在Nat. Commun.、J. Am. Chem. Soc. 、Adv. Mater.等国内外高水平期刊发表学术论文60余篇，总被引逾4600次，多篇论文入选ESI高被引论文或封面论文，获国家授权发明专利10项。主持国家自然科学基金优青、面上和青年项目，广东省杰出青年科学基金、深圳市优秀青年科学基金、深圳市基础研究面上项目等。荣获中科院优秀博士学位论文、中科院院长特别奖、中国材料研究学会优秀博士学位论文、中国医师协会优秀青年科技工作者等。担任Chin. Chem. Lett.和Smart Mater. Med.等期刊的青年编委，中国抗癌协会纳米肿瘤学专业委员会、中国生物物理学会分子影像学分会、中国电子学会生命电子学分会和广东省精准医学应用学会分子影像分会委员，以及Nat. Commun.、Adv. Mater.、Biomaterials等国际知名期刊的审稿专家。

介孔硅基智能药物递送系统

吴玫颖

中山大学深圳校区药学院(深圳)，广东省深圳市光明区公常路66号，518107

Email: wumy53@mail.sysu.edu.cn

报告摘要：

肿瘤的发生发展是多因素、多阶段、多环节的复杂过程，通常涉及基因的突变、代谢的异常和微环境的改变等特征。复杂的疾病微环境和异常的细胞生物学特性致使肿瘤对传统疗法耐受、对免疫治疗响应率低。介孔硅具有大的比表面积、高的孔容、可调的孔径、丰富的内外表面化学性质和良好的生物相容性等优点，其作为载体携带抗癌药物或基因进入目标细胞，高效治疗癌症的同时，可以显著降低药物的毒副作用。介孔硅基药物递送系统可以从小分子药物、功能核酸药物和免疫调节等多方面实现药物的安全、高效递送，进而有效抑制肿瘤的恶性增殖和转移复发。

徐合

上海师范大学

博士，副教授，硕士生导师。分别于 2009年和2014年获得中国地质大学（武汉）学士学位和上海交通大学博士学位，师从常江研究员。博士毕业当年加入上海师范大学柯勤飞教授科研团队工作至今。主要从事功能性纳米纤维材料的设计与制备，以及其在生物医学中的基础和应用研究，包括创面修复、骨/软骨缺损修复、药物及活性物质的控释等。主持包括国家自然科学基金、上海市自然科学基金等多项省部级课题，以第一/通讯作者在ACS Nano、Nano-micro letter等生物材料相关领域发表SCI 期刊论文30余篇，引用超1800余次，个人H-指数为26。相关研究成果申请专利10余项，已获授权7项。个人获得上海市青年科技人才扬帆计划、上海师范大学“优秀青年学术骨干”、校“优秀青年教师”等多项奖励和荣誉。

功能化纤维支架用于组织修复研究

徐合

上海师范大学

* E-mail: xuhe@shnu.edu.cn

报告摘要：

纳米纤维由于其柔性、高比表面积和类细胞外基质结构，是构筑生物材料的理想结构单元，在组织工程领域有着巨大的应用前景。本研究采用组织工程和仿生学相结合的研究策略，通过对纤维的结构和成分进行精准仿生设计，开发了一系列新型的微图案化有机/无机纤维材料，实现了从材料的结构、化学、生物等多角度来增强纤维支架对皮肤、软骨、肌腱等组织的再生修复能力。在此基础上，针对糖尿病感染创面、大面积烧伤创面、纤维环损伤等组织修复难题，本研究进一步通过在纤维支架中引入电活性成分、光热MOF颗粒等，发展了具有光热效应、力-电转换、可响应释放气体药物等多个新型智能纤维支架，研究结果证实此类功能化纤维支架可通过影响缺损部位的再生微环境，包括调控免疫环境、抑菌、促成血管等，有效促进受损组织的修复与再生。通过对这类新型功能化纤维支架的构建方法及其作用机制进行研究，有望为发展高活性组织修复材料提供新方法，为治疗糖尿病感染创面等难治性组织疾病提供新策略。

张晓东

天津大学

教授，博士生导师，天津大学医学工程与转化医学研究员副院长，国家重点研发计划首席科学家，国家万人计划青年拔尖人才项目获得者，科睿唯安（Clarivate Analytics）全球高被引科学家，爱思唯尔（Elsevier）中国高引学者。长期从事纳米生物医学和光学成像，独立提出‘团簇酶’的概念，揭示其对神经炎症的调控规律和并实现高效治疗；独立发现超快人工酶，实现对神经创伤的高效抑制；设计生物活性的红外二区团簇探针，实现对病理监测；构建神经新一代高相容的团簇酶神经电级。累计发表SCI收录论文100+篇，1篇热点和15篇ESI高被引论文，包括Sci. Adv. 2篇，Nat. Commun. 2篇，Adv. Mater. 5篇，ACS Nano 4篇。总引用13133次，单篇最高500次。先后主持国家级青年人才项目、国家自然科学基等。曾荣获多项奖励与荣誉，天津科学技术自然科学二等奖（2023）、中国毒理学会优秀青年科技奖（2022）、天津市“杰青”（2021）、天津市131人才计划（2017）、天津大学“北洋青年学者”（2016）、天津市青年科技优秀人才（2015）和中国医学科学院“协和新星”（2012）。担任中国生物材料学会纳米生物材料分会委员、中国医药生物技术协会造影技术分会委员、中国毒理学会放射毒理青年委员会委员、中国抗癌学会纳米肿瘤青年委员会青年委员、中国生物医学工程学会纳米医学与工程分会青年委员。担任Chem. Rev., Nat. Comm., Sci. Adv., Adv. Mater., Angew. Chem. Int. Ed等顶级期刊的通讯审稿人。担任Chinese Chemical Letters青年编委、Frontiers in Chemistry等刊物顾问编辑。

团簇酶与神经创伤修复

张晓东

1天津大学医学工程与转化医学研究院 天津 300192

*Email: xiaodongzhang@tju.edu.cn

报告摘要：

神经损伤修复对神经系统疾病救治具有重要的科学意义和临床价值。为此针对急性期、亚急性期和慢性期神经损伤修复的临床重大需求，我们构建一系列人工酶—“团簇酶(Clusterzyme)”，为临床神经创伤的全病理周期治疗干预提供崭新的思路。设计多种具有高效抗氧化活性、类酶活性和高生物相容性的原子精度团簇，通过“原子工程”调节其高抗氧化活性，通过抑制NADPH氧化酶，抑制中性粒细胞激活和胞外诱捕网（NETs）的形成，实现对急性神经炎症的早期高效抑制[1]。并结合团簇酶NIR-II发光特性，将其作为红外二区荧光探针，实现肾脏高分辨率成像，用于急性肾损伤和急性肠损伤的监测以及团簇干预后的治疗作用，建立氧化应激与神经炎症之间的关系[2,3]。构建多酶催化团簇酶人工脑膜和创面保护凝胶，通过多酶调控NAD+的供给，可高效抑制神经损伤及人工材料植入诱发的相关炎症反应，改善创伤亚急性期的免疫排斥，实现神经组织修复速度的倍增[4]。体系化构建四类团簇酶神经电极，能够显著抑制慢性炎症反应，改善神经认知功能，抑制

胶质增生，延长电极寿命到12个月以上；通过增强的界面电子输运能力和超高的生物催化活性，电极灵敏度提高4-32倍，实现高性能的神经记录，安全稳定记录。团簇酶在急性神经保护、组织修复和慢性期的昏迷促醒、疼痛抑制等诸多方面具有广阔的应用前景[5-6]。

邹朝勇

武汉理工大学

研究员、博士生导师，国家级高层次人才（青年项目），湖北省海外高层次创新人才（青年项目）。以最高荣誉（summa cum laude）获得德国柏林工业大学的博士学位。主要研究方向包括骨骼、牙齿、贝壳等生物矿物的形成过程、无机纳米材料的设计合成和组装技术及生物过程启示的材料室温制备新技术。以第一作者/通讯作者在Science、PNAS、National Science Review和Advanced Functional Materials等国际高影响力学术刊物上发表论文30余篇。主持国家重点研发计划“变革性技术关键科学问题”重点专项课题（课题负责人）和国家自然科学基金项目（2项）。多次受邀在国内外学术会议上做邀请报告，担任中国生物材料学会生物陶瓷分会委员、Interdisciplinary Materials学术编辑和《无机材料学报》青年编委。

生物矿化启示的材料室温制备技术

邹朝勇

武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室 *zzou@whut.edu.cn

报告摘要：

生物矿化过程能在室温条件下高效和精准地制备具有复杂多级结构和优异力学性能的生物材料，如骨骼、牙齿、贝壳等。陶瓷在许多领域都有广泛应用。然而，陶瓷的制造通常需要在高温下进行粉末烧结，能耗极高。因此，在温和条件下制造陶瓷的新技术近年来引起了研究人员的极大兴趣。因此，我们从碳酸钙类生物矿物的矿化过程中汲取灵感，通过无定形碳酸钙（ACC）在低温（80 ° C）、高压（300 MPa - 1 GPa）条件下的原位结晶和致密化，制造出了由纳米晶体组成的致密文石陶瓷。其硬度和弹性模量分别达到了 3.2 GPa 和 65.6 GPa，明显高于之前的研究报告，与珍珠质相当。此外，所得陶瓷的抗弯强度也达到了 49.0 MPa。通过对致密化和结晶机理的研究，揭示了水在纳米颗粒融合和 ACC 结晶过程中的关键作用。因此，我们的研究为在低温下制造致密陶瓷提供了新的策略。

先进生物医用高分子和超分子材料

陈国颂

复旦大学

教授、博士生导师。于南开大学化学系先后获得理学学士学位和物理化学博士学位。后于美国爱荷华州立大学做博士后研究，方向是糖化学。2008年12月回国在复旦大学高分子科学系任教，历任讲师、副教授，2014年12月起任教授、博士生导师。主要研究方向是基于糖/蛋白质的生物大分子材料。作为通讯作者，在Acc. Chem. Res., J. Am. Chem. Soc., Chem. Rev., Nature Communications, Angew. Chem. Int. Ed., Adv. Mater.等杂志上发表论文80余篇。曾获得国家自然科学基金委杰出青年基金、优秀青年基金、中组部万人计划青年拔尖人才等项目资助。2016年被选为英国皇家化学会会士(FRSC), 获ACS PMSE Young Investigator Award、中国化学会高分子创新论文奖、中国化学会超分子化学青年创新学术讲座奖、惠永正糖科学奖青年创新奖等奖励。现任美国化学会ACS Macro Letters副主编，Biomacromolecules, Bioconjugate Chemistry等杂志国际顾问编委、中国化学会应用化学学科和超分子化学专业委员会副主任委员、《高分子学报》编委等。

Controlling Macromolecular Self-Assembly by Reactions and Structures of Saccharides

Guosong Chen

1Department of Macromolecular Sciences, Fudan University, 2205 Songhu Rd., Shanghai, 200438

*Email: guosong@fudan.edu.cn

报告摘要：

In the study of the self-assembly of biomacromolecules into regular structures driven by noncovalent interactions, how to control their noncovalent interactions in order to form well-controlled assembled structures becomes the most important mission. In this talk, I will first introduce the concept that we proposed for glycopolymer self-assembly, i.e. DISA (i.e., deprotection-induced glycopolymer self-assembly). We initiated this new strategy with diblock copolymers. Such copolymers with a carbohydrate block having protected pendent groups exist as single chains in organic media. The self- assembly can be initiated by the deprotection of the pendent groups. The process was nicely controlled by introducing various protective groups with different deprotection rates. Later on, the DISA process has been proven practical in water and even in the cellular environment, which opens a new avenue for the development of polymeric glycomaterials. The strategy was pushed forward by taking glycosyltransferase as the trigger to induce morphology transition. In the end, I report our recent progress on contribution of saccharide structures on self-assembly of glycopeptides for fibril association.

程建军

西湖大学

教授，1993年获天津南开大学化学学士学位， 2001年获加州大学圣巴巴拉分校材料科学博士学位，2005年结束在麻省理工学院博士后研究后，就职伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校材料科学与工程系（2005-2021），历任助理教授，终身副教授，终身正教授 和Hans Thurnauer 讲席教授。2021年8月起全职加盟西湖大学，任工学院院长和材料科学与工程讲席教授。他是美国国家发明家科学院，美国科学促进会，美国医学与生物工程学院，和美国化学会高分子化学Fellow。他也是中美纳米技术与纳米医学协会共同创始人之一，和现任英国皇家化学会生物材料科学杂志的主编。

原位纯化的N-羧酸酐的生物仿生可控多肽聚合

程建军

西湖大学工学院，浙江杭州西湖区三墩镇墩余路 600 号，310024

*chengjianjun@westlake.edu.cn

摘要正文：

自然界开发出令人难以置信的高效机制，在复杂、多组分的细胞环境中完成精准控制的生物大分子合成。例如，蛋白质是通过核酶催化氨基酸在含有水、盐和许多其他分子存在的情况下，在温和生理条件下的生成肽键依次连接合成。相比之下，化学反应合成高分子一般必须使用纯净的单体、溶剂、催化剂或者引发剂在纯净的、甚至是无水无氧的环境中完成。例如，聚氨基酸，一种类似于蛋白质的高分子材料，必须用预先纯化的氨基酸酸酐（NCA）单体在严格的无水条件下聚合完成。在竞争反应物质存在的、多组分环境中高效、可控地控制NCA聚合反应合成聚多肽仍然具有挑战性。 以RNA作为模板合成蛋白质的转录和翻译过程统称为基因表达。在翻译过程中，核酶利用从反应中心分离非反应物以及超快的反应机制来确保有效精准的肽键生成，并最大限度地减少竞争物质对肽键生成的影响。具体而言，核糖体RNA（rRNA）提供肽基转移酶中心（PTC）实现氨酰基转移RNA（tRNA）和肽基tRNA进行酰胺化反应。PTC不仅从反应中心排除水和其他非反应分子，而且还由于反应物的邻近效应促成快速肽键合成。前期研究表明，氨酰基tRNA的氨基保持其不带电荷的，高亲核性的NH2状态，而不是一般认为的在pH中性水溶液中带电的、低亲核性的NH3+状态。此外，相比于常规酰胺化肽键合成，核糖体中的肽键生成速率是其105-107倍，也远快于包括水解在内的其他副反应，从而使得合成高分子蛋白质变的可能。 受天然蛋白质合成的启发，我们在此报告在竞争反应物存在的情况下，通过使用锚定在界面上的高分子多肽引发剂在水/二氯甲烷双相系统中快速引发不经提纯的NCA开环聚合，从而实现可控聚氨基酸制备。具体而言，NCA中的杂质在反应过程中被原位提取到水相中，而留在有机相的NCA分子被锚定在界面上的高分子多肽以远快于NCA水解的速率开环聚合生成分子量可控的聚氨基酸。

董晓臣

江苏师范大学

国家杰出青年科学基金获得者，中组部“万人计划”科技创新领军人才，现任江苏师范大学副校长。主要研究方向：生物光电子、柔性电子材料与器件，先后在Phys. Rev. Lett.、Adv. Mater.、Sci. Adv.等国际著名期刊发表SCI论文300多篇，引用35，000多次，H指数101；国家授权发明专利30余件，主编专著《生物光电子学》，并为Elsevier出版专著《Nanophototherapy》编写重要章节；主持和完成包括国家杰出青年科学基金、国际合作重点、973计划前期研究专项、江苏省社会发展重点在内的国家省部级科研项目30多项；领衔团队入选江苏高校优秀科技创新团队、江苏省双创团队，兼任江苏省材料学会副理事长等，荣获江苏省科学技术一、二、三等奖各1项、教育部科技进步二等奖1项，中国抗癌协会科技一等奖1项，2018-2023年连续六年全球高被引科学家。

光敏剂结构调控及肿瘤多模态光治疗

董晓臣

江苏师范大学 *邮箱地址：iamxcdong@njtech.edu.cn

报告摘要：

癌症（又称恶性肿瘤），发病机理复杂、治疗难度大，已成为威胁人类健康与生命的重大疾病之一，开发高效、低毒的肿瘤诊断与治疗方法仍然是肿瘤治疗领域亟待解决的关键问题。光治疗是一种光引发的低毒、高选择、低侵入、可协同手术治疗的新型治疗方法，为实现光学成像引导的肿瘤高效靶向治疗，针对微环境的微酸、乏氧、血管异质等特性，我们设计开发了系列基于BODIPY等的近红外有机光敏剂，通过分子结构改变和修饰，调控分子HOMO-LUMO能级差以及单重态到三重态能级差，提高半导体光敏剂的近红外吸收、单线态氧产率、光热转换效率，探索有机半导体光敏剂的肿瘤靶向性、光学成像性能及光动力治疗为主的肿瘤多模式治疗性能，实现单一或多重刺激响应、光声/荧光成像引导的肿瘤靶向多模态治疗；此外，通过共价或非共价键将光敏剂与血管阻断剂结合，光治疗杀死肿瘤细胞的同时有效破坏肿瘤内血管，切断肿瘤部位的营养物质的供给，降低肿瘤细胞通过血管转移和复发的机率，提高光敏剂肿瘤治疗效率。

杜建忠

同济大学

长聘特聘教授。主要研究方向为抗菌高分子材料。主要研究领域为高分子化学与物理、生物医用材料。已在J. Am. Chem. Soc., Adv. Mater.等期刊发表170多篇学术论文，被引用12000多次。获国家杰出青年科学基金，入选英国皇家化学会会士，中国化学会高分子学科委员会委员，中国生物材料学会生物医用高分子材料分会委员。

生物医用高分子囊泡

杜建忠

同济大学高分子材料系/Department of polymeric Materials, Tongji University

*邮箱地址/E-Mail: jzdu@tongji.edu.cn

报告摘要：

高分子囊泡是通过自组装形成的具有“空腔-内冠-膜层-外冠”结构的纳米材料，在生物医药等领域具有重要的应用前景。围绕高分子囊泡领域的关键问题如膜冠调控机制与组装原理、宏量制备与可控降解、生物医学应用新体系，我们开展了系统研究，主要结果为:(1)提出了“胶束-囊泡”转变构建完全非对称冠囊泡的新方法，融合诱导粒子自组装(Fusion-induced particle assembly)构建四囊泡(Tetrapod polymersomes)、晶格膜囊泡(Giant Polymersomes with a Latticelike Membrane)的新理念;(2)提出了手性调控聚合诱导自组装(CC-PISA)宏量构建可控降解高分子囊泡的新方法;(3)基于“三重防护”策略构建了护肾血管CT造影囊泡，基于缓释硫化氢的抗菌囊泡提出了治疗糖尿病伤口创面的新方法，基于胞内多肽自组装提出了从物质和能量角度“双管齐下”治疗耐药肿瘤的新策略，并构建了一系列肿瘤诊疗高分子囊泡。

郭学平

华熙生物科技股份有限公司

透明质酸生物医学材料概述

郭学平

华熙生物科技股份有限公司 *邮箱地址 zhuhy@bloomagebiotech.com

报告摘要/Abstract：

透明质酸（HA）作为一种生物相容性良好的医学高分子材料，被广泛应用于医疗和美容领域。为了提升HA的性能和其在体内的持久性，采用交联技术将线性的HA分子转变为三维网络结构。透明质酸的交联方法主要包括两种：一种是常规的1,4-丁二醇二缩水甘油醚（BDDE）、氨基酸等交联剂的直接交联方式；另一种是修饰后交联，即先对HA进行修饰，在HA分子上接入具有活性的官能团的交联方式。交联HA可使用液相色谱-质谱联用和其他分析方法准确评估产品结构，成为HA产品质量控制的标准。

交联透明质酸水凝胶在医疗和医美领域主要涉及美容填充剂、骨科注射液、组织工程和3D打印及隔离防护等方面的应用。其中，作为美容填充剂，可用于矫正鼻唇沟、法令纹等皱纹及丰颞部、隆鼻、面颊提升以及丰下巴等美容程序。作为手术辅助剂，透明质酸水凝胶常用于肿瘤放疗和化疗过程中，作为相邻组织和器官的隔离防护屏障。同时，它也被用于内镜粘膜下剥离术（ESD）以增加手术操作的空间。

蒋锡群

南京大学

双靶向重组蛋白药物偶联物

蒋锡群

南京大学化学化工学院 *jiangx@nju.edu.cn

报告摘要：

肿瘤中的药物输送和渗透一直是肿瘤治疗的核心问题，抗体（mAbs）虽然具有突出的肿瘤靶向性，但是其分子量很大，一般在150 kDa左右，限制了其在组织和肿瘤中的穿透深度和生物分布。针对这一问题，本工作通过基因重组的创新设计，利用基因工程技术和原核表达系统将多种功能性蛋白或多肽与类弹性蛋白融合在一起，集多种功能于一体，并对合成的生物大分子结构和理化性质进行了表征研究。通过多靶向基团的设计和整合，我们合成了EGFR和αvβ3双靶向重组蛋白药物偶联体和HER2和αvβ3双靶向重组蛋白药物偶联体，实现对肿瘤细胞的双靶向作用，并在细胞和动物层面分别考察融合蛋白的性能。利用pH敏感的腙键将抗肿瘤药阿霉素DOX偶联到双靶向重组蛋白上表面，实现化疗与肿瘤微环境重塑的结合，降低了无靶向和单一靶向容易脱靶造成的毒副作用，进一步改善对肿瘤治疗的效果。

李忠明

四川大学

一直从事高分子材料加工物理、医学用高分子材料的成型加工新方法新技术、功能高分子复合材料制备与加工等研究。获国家杰出青年科学基金、教育部“长江学者奖励计划”特聘教授、国家“万人计划”科技创新领军人才，享受政府特殊津贴专家，四川省天府青城计划天府杰出科学家，四川省教书育人名师。在Progress in Polymer Science、Biomaterials、Macromolecules等高分子领域高水平期刊发表SCI论文500余篇，SCI引用次数超过25000余次，连续入选Elsevier高被引学者，担任复合材料领域知名期刊Composites Part B副主编。申请国家发明专利40余件，已授权25件。邀参与撰写英文专著4部，申请国家发明专利40余项（授权25项，转让5项）；获四川省自然科学一等奖、教育部自然科学一等奖等省部级科研奖励10项。

高分子骨植入材料的自增强研究

李忠明[1,*] 徐家壮[2]，任悦[2]，王志国[2]，洪瑞[2]

1四川大学华西临床医学院（华西医院）/高分子科学与工程学院，高分子材料工程国家重点实验室，四川大学，四川 成都，610065

2高分子科学与工程学院，高分子材料工程国家重点实验室，四川大学，四川 成都，610065

*Email: zmli@scu.edu.cn

报告摘要：

骨移植手术是临床最常见的手术，在数量上仅次于输血。高分子基骨替代材料虽具有良好的生物相容性和生物活性，但存在力学性能不足，仅能应用在非承重或弱承重领域。研究发现，骨基本单元定向有序规则排列所构筑的层级结构是天然骨优异力学性能的本质原因，模仿天然骨的组成和结构特征而获得仿生人工骨一直是重要研究前沿。为此，我们提出在注塑过程中施加可控强剪切流动场，在高分子骨替代材料的典型体系，即羟基磷灰石（HA）/聚乙烯（PE）复合材料中诱导PE基体生成大量取向自增强晶体，其类似于天然骨中的取向胶原纤维，实现了仿生骨结构的构筑。进一步，通过控制PE基体相对剪切场的相应，获得了梯度取向结构。所制备的仿生骨材料具有优异的强度和韧性，相比普通注塑成型样品分别提高了200%和500%。尤其是拉伸强度已达到人体密质骨范围。另一方面，超高分子量聚乙烯（UHMWPE），由于极高的熔体粘度使其成型加工困难，目前只能采用柱塞式挤出和压制烧结成型。改善UHMWPE的加工性能，使其能采用常规熔体注塑成型，能有效提高成型效率，具有重要的实际应用意义。我们以少量超低分子量聚乙烯（ULMWPE）作为流动改性剂改善UHMWPE的加工性能，获得了可熔体注塑成型的UHMWPE。同时，通过在成型中引入剪切流动场，诱导生成了大量取向晶体自增强结构。和现阶段普

遍采用的压制烧结UHMWPE相比，振动注塑成型试样的屈服强度和拉伸强度显著提高，同时耐磨损性能和抗疲劳性能也得到有效改善。优异的机械性能和良好的生物相容性使该材料在人工关节植入体方面具有良好的应用潜力。

刘文广

天津大学

天津大学讲席教授，中国生物材料学会理事，中国生物材料学会生物医用高分子分会副主委，Science China Technological Sciences,《中国科学:技术科学》编委。主要从事生物医用高分子材料的研究，创建了基于侧链氨基酸多重氢键交联的超分子聚合物水凝胶，提出了自增稠/自增强3D打印超分子水凝胶墨水的设计理念；提出了构筑水下和湿态环境应用黏合剂的新策略，由此发展了急救用黏合、口腔修复、止血剂及心肌补片。在Nat Commun, Adv Mater, Prog Polym Sci等期刊发表260篇论文，2018-2023年入选Elsevier中国高被引学者。曾获得国家杰出青年基金资助，国务院特殊津贴专家称号，第十二届冯新德高分子奖，天津市自然科学一、二等奖和天津市五一劳动奖章。

医用黏合剂的研究进展

崔春燕，齐莹，刘文广*

天津大学材料学院，天津市津南区海河教育园，300350 Email: wgliu@tju.edu.cn

报告摘要：

目前已报道的组织黏合剂往往表现出黏附强度低、仅对干态组织界面具有黏附性、生物相容性差以及缺乏本征生物活性等缺陷，极大地限制了这些黏合剂的体内应用。为了解决现存组织黏合剂存在的问题，我们利用天然活性小分子硫辛酸及其盐之间的自稳定及多氢键驱动的自组装特性构建了一系列聚硫辛酸基黏合剂，并将其发展为组织密封剂及口腔黏膜修复贴片。黏合剂中亲水的聚硫辛酸盐与疏水的聚硫辛酸骨架之间的互补协同作用可有效清除被黏附基质表面的水化层，实现对湿态组织的高效黏附。同时，硫辛酸盐活性分子在湿态环境中的持续释放有利于清除受损组织区域的有害菌，调控受损微环境，加速受损组织修复与再生[1,2]。通过将硫辛酸与天然大分子明胶结合构建了一种湿态响应的弹性体黏附贴片，并将其用于牙周炎治疗。与商用治疗药物相比，其表现出更优的抑制牙槽骨吸收的效果[3]。

栾世方

中国科学院长春应用化学研究所/威高集团有限公司

中科院长春应化所（中国科学技术大学）研究员、博导；医用植介入器械及材料国家工程研究中心主任、威高集团副总工、威海研究院院长；国家万人计划科技创新领军人才、泰山产业领军人才（终评优秀）。从产业重大需求出发，开展医用高分子材料、能源高分子材料等的基础-技术-产业化全链条研发工作。负责国家重点研发计划项目、国家自然科学基金重点项目课题等20余项。合作获批三类医疗器械注册证17件。实施专利14件。以第一/通讯作者，发表Nature Communications, Angewandte Chem等论文150多篇。获2012年国家技术发明二等奖、2019年中国产学研合作创新奖、2020年高分子材料与工程青年科技奖、2021年高分子加工新锐创新奖。主要学术兼职：中国生物材料学会常务理事、中石化医卫所学委会委员、上海大学产业教授和万华化学讲席教授等。

输注与植介入高分子材料及器械——从基础研究到产业化

栾世方[1 2 3*]，杨华伟[1]，石恒冲[1]，殷敬华[3]

1中国科学院长春应用化学研究所　高分子物理与化学国家重点实验室　长春 130022

2中国科学技术大学　应用化学与工程学院　合肥 230026

3威高集团有限公司　医用植介入器械及材料国家工程研究中心　威海 264299

Email: sfluan@ciac.ac.cn

报告摘要：

全球医用高分子材料年用量约1000万吨，我国80%类别依赖进口，供应链受制于人。在科技部、工信部、国家基金委和威高集团的支持下，基于不同历史时期我国医用输注与植介入高分子材料产业需求，针对10个系列应用量大、应用面广的医用高分子材料，

本课题组开展了其反应挤出功能化和高性能化、加工成型等关键技术攻关工作，已经实现了5个系列专用料产业化（图1）。

针对聚丙烯在冲管注射器、血液透析等领域应用拓展，解决了聚丙烯的耐低温冲击、刚韧平衡、耐热性等问题，实现了其产业化应用。

针对塑化剂进入体内的危害，实现了无塑化剂暴露的热塑性弹性体新材料及其输注器械产业化，为我国输注器械产业全面禁用塑化剂提供了升级换代技术。

针对环氧灭菌方式的危害，在国内率先建成了四个类别、万吨级耐辐射医用高分子生产线，为我国每年上百亿人次输注患者治疗提供更安全的灭菌技术。

针对体内使用聚氨酯专用料被国外禁售困境，研发了温度智敏型聚氨酯新材料，并大规模用于留置针等医疗

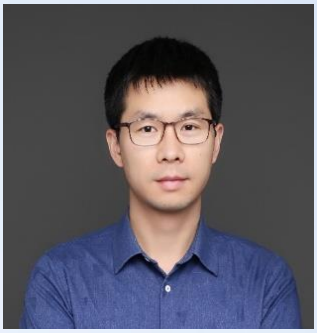
器械。

针对人工关节用超高分子量聚乙烯树脂仅有国外一家企业生产并对我国禁售、其型材价格昂贵等问题，开展了超高分子量聚乙烯树脂国产料遴选和优化、成型、交联和抗氧化等技术攻关，建成了100吨级生产线。

图1. 本课题组开展的输注和植介入医用高分子专用料工作概况

吕华

北京大学



北京大学化学与分子工程学院博雅特聘教授， Biomacromolecules副主编，中国化学会青年化学工作者委员会副主任，高分子学科委员会委员，中国生物材料学会生物医用高分子分会委员。北京大学理学学士（2006），美国伊利诺伊大学香槟分校材料科学与工程博士（2011），斯克里普斯研究所化学系博士后（2011-2014）。2014年入职北京大学化学与分子工程学院，历任助理教授（2014-2020）、长聘副教授（2020-2022）与教授（2022-）。曾获中国化学会-英国皇家化学会青年化学奖（2023），药明康德生命化学研究奖学者奖（2022），国家杰出青年科学基金（2021)美国化学会PMSE Young Investigator（2020），中国化学会高分子青年学者奖（2019），中国化学会青年化学奖（2017），国家优秀青年科学基金（2017）。主要研究方向为高分子合成化学、聚氨基酸的生物偶联、可降解高分子材料及其生物医学应用等。

PEG-REPLACING Helical Antifouling Polypeptides for Diverse Biomedical Applications

Hua Lu

College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, 100871

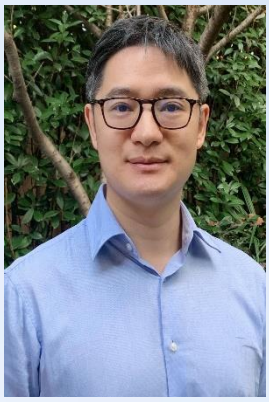
Email: chemhualu@pku.edu.cn

报告摘要：

Synthetic polypeptides, also known as poly(α-amino acid)s (PαAAs), are biomimetic polymers holding great potential for a variety of biomedical applications. Possessing the same peptide bonds as natural proteins, polypeptides can also adopt typical well-defined secondary structures including α-helix and polyproline II (PP-II) helix, which have been shown to significantly impact the physicochemical properties and biological outcomes of materials. In this talk, I will present progresses on the manipulation of helical conformation-associated anti-biofouling coatings, cellular uptake regulation, immunomodulatory hydrogel for tissue engineering, and reducing immunogenicity of polypeptide-protein conjugates.

聂志鸿

复旦大学



复旦大学高分子科学系和聚合物分子工程国家重点实验室教授;归国前于马里兰大学任教并获终身教职。国家杰出青年基金获得者。围绕自组装功能序构材料的构筑、功能化与应用探索等问题，对聚合物接枝纳米粒子的原子/分子特性及其组装材料的协同物性进行了深入的研究。迄今已在Science、Nature Materials等期刊发表学术论文150余篇。论文被他引21000余次，1项成果入选2020年“中国十大技术进展”，14项成果被Science、Nature等重点或专题报道。曾获美国国家科学基金会职业奖（Career Award）、美国3M公司青年教授奖、英国皇家化学会会士、高分子成型加工及其产业发展“新锐创新奖”等荣誉。任英国皇家化学会Soft Matter期刊副主编，Giant、Supramolecular Materials等期刊编委；任中国纳米肿瘤学专业委员会和生物医用高分子材料专业委员会委员。

基于自组装纳米杂化结构的癌症诊疗

聂志鸿

State Key Laboratory of Molecular Engineering of Polymers, Department of Macromolecule Science, Fudan University, Shanghai, 200438, People’s Republic of China

* znie@fudan.edu.cn

报告摘要：

Cancer is the second leading cause of death worldwide, only next to heart disease. More effective diagnostic and therapeutic strategies are in urgent need for better management of patients with cancers. Both inorganic and polymeric nanoparticles (NPs) have been widely explored for therapeutic and diagnostic applications. For this purpose, single inorganic NPs are often used and functionalized with polymeric ligands to improve their stability, biocompatibility and functionality. While single NPs are attractive, the self-assembly of NPs can yield functional materials with new or advanced properties that are different from their individuals. The ability to design assembled nanostructures with tailored spatial arrangement of NPs has the potential to boost the performance of inorganic NPs in biomedical applications. In this talk, I will present our efforts to the design and fabrication of polymer/inorganic nanohybrids for cancer imaging and treatment [1-8]. Specifically, I will introduce (i) the assembly of polymer-grafted NPs into hybrid nanovesicles for effective multimodality cancer imaging (i.e., photothermal, photoacoustic, and MR

imaging) and combinational cancer therapy (i.e., photothermal ablation of tumor, photodynamic therapy, and targeted delivery-based chemotherapy), and (ii) the synthesis of metal-chelated ultrasmall NPs of single polymeric chains as artificial enzymes for chemodynamic therapy.

史林启

南开大学

南开大学化学院教授，博士生导师，1984年河北大学本科毕业，1993年中科院长春应化所获博士学位，1995年至今在南开大学化学院高分子化学研究所工作，2003年10月-2004年5月蒙特利尔大学和纽约州立大学石溪分校访问教授。2004年入选“教育部新世纪人才”，2006年获国家杰出青年基金，2012年教育部“创新团队”负责人，离子交换与吸附副主编，高分子学报和化学通报编委。主要从事纳米分子伴侣调控蛋白质折叠、抗肿瘤纳米药物和抗细菌生物被膜的研究，已发表第一作者或通讯作者SCI论文200余篇，包括Chem. Soc. Rev.、Nat. Nanotechnol.、Accounts Chem. Res.、Adv. Mater.、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem. Int. Ed等，累计他引10000余次，参与编写专著3部，国家授权专利14项。有关高性能树脂等研究成果实现产业化。2018年获Wiley Biosciences Award，2019年获得中国生物材料学会“生物医用高分子材料突出贡献奖”，2022年获天津市自然科学一等奖。

依据分子伴侣机制调控蛋白质药物递送

史林启

南开大学化学学院高分子化学研究所，天津市南开区卫津路94号，300071

* Email: lqshi@nankai.edu.cn

报告摘要：

蛋白质药物具有生物活性高、特异性强、功能明确等优点，已被广泛用于癌症、糖尿病和抗病毒感染等重大疾病治疗。但是，蛋白质药物也存在结构不稳定、易失活，半衰期短、生物利用度低，难以通过生物屏障和易产生脱靶毒性等问题。现有的解决策略，如PEG化和载体递送技术只能部分解决问题，因此，急需开发新型递送系统系统解决上述挑战。在生物体内，分子伴侣能够辅助蛋白质正确折叠、保护蛋白质结构及介导蛋白质跨越生物屏障等，能够高效的辅助蛋白质发挥功能1。深入了解分子伴侣机制并进行有效模拟有望解决解决蛋白药物递送领域面临的诸多关键难题。围绕上述研究思路，近年来本课题组从模拟分子伴侣的结构和功能出发，构筑了一系列纳米分子伴侣材料，深入解析了纳米分子伴侣与蛋白质互作、调控蛋白质折叠分子机制。进而以分子伴侣机制为指导，以生物医用功能为导向，结合其它蛋白质药物载体的优点，构筑了基于纳米分子伴侣的蛋白药物递送体系，有效提高了蛋白质药物的体内生物利用度、降低了药物脱靶毒性。研究表明，纳米分子伴侣可：1）高效负载蛋白药物，保护蛋白质结构、抑制蛋白变性聚集失活，高效释放、复构蛋白辅助蛋白质发挥功能2；2）在血液循环中有效保护蛋白防止蛋白水解和免疫原性清除，有效延长药物半衰期3；3）高效辅助蛋白穿越细胞膜和溶酶体等生物屏障4；4）通过控制蛋白质折叠调控药物功能活化，有效降低了蛋白药物非靶标活化引起的系统毒性5。

帅心涛

中山大学

医学影像可视化纳米载体与疾病诊疗

帅心涛

纳米医学中心，中山大学附属第三医院&材料科学与工程学院

shuaixt@mail.sysu.edu.cn

报告摘要/Abstract：

纳米载体通过包载药物和造影剂实现疾病诊断和治疗，我们基于可生物降解的聚氨基酸等，制备了一系列生物相容好的纳米载体，高效包载小分子药物及核酸药物，进行肿瘤、关节炎、心脑血管等疾病的小分子药物治疗、基因治疗及免疫治疗，通过同时包载两种以上药物进行多药协同治疗，显著提高了治疗效果，此外，通过在纳米载体内包载MRI及超声造影剂，赋予纳米载体医学影像可视化功能，将疾病诊疗有机结合起来，报告人将介绍实验室最近在上述领域的研究进展。

田华雨

厦门大学

国家杰出青年基金获得者（2019 年），厦门大学南强特聘教授。主要从事功能高分子材料、生物医用材料、基因/药物递送、核酸诊断与治疗、肿瘤免疫治疗、疫苗递送体系和生物制造用关键材料领域的研究。在 Nat Commun、Sci Adv、Matter、J Am Chem Soc、Angew Chem Int Ed、Adv Mater、Prog Polym Sci 等期刊上发表论文 200 余篇，获权中国发明专利 30 余项。任中国生物材料学会生物医用高分子材料分会副秘书长、吉林省检测学会理事长。获吉林省自然科学一等奖（2021 年，排名第一）、吉林省科技进步一等奖（2007 和 2011 年，排名第三）、吉林省自然科学学术成果奖、吉林省专利优秀奖、中国化学会高分子科学创新论文奖，入选中科院青年创新促进会优秀会员。长期从事高分子基因载体的应用转化研究，所开发的系列高分子基因转染试剂实现商品化。

用于肿瘤微环境调控与和基因治疗的高分子载体

田华雨

[1]厦门大学化学化工学院，福建省厦门市思明区思明南路 422 号，361005

*Email: thy@xmu.edu.cn

摘要正文：

癌症作为一种恶性疾病，威胁着人们的生命健康，迫切需要制定安全有效的治疗策略。大量研究表明，癌症特别是实体瘤，已经形成了一种由癌细胞、血管、成纤维细胞、免疫细胞以及各种细胞外基质构成的微环境，能够显著促进肿瘤生长，称为肿瘤微环境。肿瘤微环境的特征与正常组织的生理环境有显著的差异，如乏氧、高活性氧、微酸性和高谷胱甘肽含量。此外，免疫抑制的肿瘤微环境不仅促进肿瘤生长和转移，而且阻碍免疫细胞的浸润。因此，调节肿瘤免疫微环境可作为增强癌症免疫治疗的理想策略。我们开发系列高分子载体，选择基因治疗介导的免疫检查点阻断和肿瘤细胞外基质降解来重塑肿瘤免疫微环境，有效增强了细胞毒性T淋巴细胞的浸润，极大地抑制了肿瘤的生长和转移，显著延长了荷瘤小鼠的生存期[1-3]。

王树涛

中国科学院理化技术研究所

中科院理化技术研究所党委书记、副所长，中科院仿生材料与界面科学重点实验室副主任。主要从事仿生多尺度粘附可控界面材料的研究，提出了拓扑匹配与分子识别协同的界面识别理念，并合成了系列可控粘附界面材料，如高效粘附、抗粘附界面材料、生物特异识别粘附界面和器件等方面研究。曾获2013年中国化学会青年化学奖，2014年国家基金委杰出青年基金，2014年国家“万人计划”青年拔尖人才，2016年科技部领军人才，2016年教育部长江学者特聘教授，2017年第三期国家“万人计划”科技创新领军人才，2017年中国科学院青年科学家奖，2017年入选英国皇家化学会会士，2018年获Nano Research Young Innovators Award in NanoBiotech (45 under 45)，2020年入选中国化学会会士，2020年获中国科学院朱李月华优秀教师奖和中国科学院大学唐立新优秀学者奖，2022年获第四届中国化学会青年化学工作者委员会菁青化学奖-卓越奖。研究成果发表SCI论文200余篇，包括Nature，Nat. Mater.，Nat. Commun.，Nat. Protoc.，Sci. Adv.，PNAS，Angew. Chem.，Adv. Mater.，JACS，Chem，Matter，Chem. Rev.，Chem. Soc. Rev.等，引用29000余次。

仿生粘附界面材料

王树涛

中科院仿生材料与界面科学重点实验室，中国科学院理化技术研究所

*Email: stwang@mail.ipc.ac.cn

报告摘要：

生物界面粘附是界面化学研究中的前沿热点之一，不仅有助于我们了解生命的奥秘，还对发展新型功能界面材料和相关技术有着重要意义。向自然学习，为发展新材料源源不断的提供新原理和新模型。近年来，我们研究了几种生物界面上的特殊粘附现象，并受此启发发展了系列仿生粘附可控界面材料。1）揭示了松塔的超慢吸湿运动是由维管束中弹簧/方形(○/□)异质结构驱动，纠正了传统认知的由维管束和石细胞组织双层结构共同驱动机制，并研发了具有超慢运动的软体驱动器；2）提出结构匹配和分子识别的协同仿免疫界面识别理念，构筑了系列仿免疫CTC捕获芯片，解决前列腺癌PSA灰区诊断率低，将之从58%提高到91.7%；提出界面乳液聚合方法，构筑了系列形状可控（从Janus到多孔）与表面化学可控的仿生异质微球，实现细胞、蛋白、糖肽、染料等高效分离；3）提出表面浸润诱导转移策略，实现从2D到3D，从宏观到微观的高精度凝胶表面图案化；提出仿嗅觉受体-粘附传感一体整合设计，解决传感单元与基底粘附问题；4）提出了生物流体“自泵”模型，发展了生物流体粘附可控界面材料，促进了功能布料和伤口愈合敷料升级换代。

吴丁财

中山大学

教授，博导，国家杰青。主要从事新型多孔高分子与炭材料的结构设计、可控制备及其在生物医学、清洁能源等领域的应用研究；迄今以通讯作者在Nature Nanotechnology、Nature Communications、Advanced Materials等SCI期刊发表140余篇论文，SCI他引1万余次。目前担任中山大学分析测试中心主任，聚合物复合材料及功能材料教育部重点实验室副主任；Energy Materials and Devices副主编，Chinese Journal of Polymer Science、Energy Storage Materials和Carbon Future编委。

生物医用多孔高分子的设计制备及其组织修复性能

吴丁财

中山大学化学学院，聚合物复合材料及功能材料教育部重点实验室

* wudc@mail.sysu.edu.cn

报告摘要：

临床上对组织修复材料的需求巨大且快速增长。然而，临床上常用的修复材料结构和功能相对单一，导致无法满足复杂多样的临床需求。在本次报告中，我将介绍我们课题组近年来在新型生物医用多孔高分子材料的先进结构设计、可控制备及其组织修复性能方面的重要进展。例如，设计了具有抗形变、防粘连和促愈合功能的双面不对称多孔聚乙烯补片，可高效修复腹壁缺损[1]；设计了具有防粘连、抗感染且力学动态自适应的双面不对称多孔复合补片，可实现污染腹壁的高效修复[2]；设计了具有超高爆破压、超低溶胀率、界面机械互锁的超结构多孔湿性粘合补片，在组织修复领域具有诱人的应用前景[3]；设计了长效可再生抗菌多孔卤胺高分子涂层，可高效预防和治疗种植体周围感染[4]；设计了能够在细菌繁多的口腔环境下为骨再生提供全周期保护的超结构多孔屏障膜[5]；设计了具有致密力学承载底层和多孔润滑顶层的仿关节软骨水凝胶涂层，可有效承载椎间盘假体[6]。

许华平

清华大学

清华大学化学系教授。2001年和2006年分别在吉林大学化学学院获得学士和博士学位。2004年至2005年，在比利时鲁汶大学交流学习一年。2006年至2008年在荷兰Twente大学从事博士后研究。2008年7月后在清华大学化学系工作，2014年起为清华大学化学系教授。曾获国杰出青年科学基金资助，入选“万人计划”领军人才。2023年获“科学探索奖”。2024年起担任美国化学会ACS Applied Materials & Interfaces执行主编。担任ACS Macro Letter, 《化学教育》等期刊编委。担任中国化学会化学教育学科委员会副主任委员，应用化学学科委员会委员，中国生物材料学会生物医用高分子材料分会委员等。

非碳主链聚碲氧烷

许华平

清华大学化学系　*邮箱地址/E-mail：xuhuaping@tsinghua.edu.cn

报告摘要：

新型聚合物的合成为化学、材料领域带来了全新的研究对象，能够进一步拓展化学键断裂及生成的规律，揭示微观分子相互作用与宏观材料性能的相关性。我们基于有机碲化物的贵金属配位性、超灵敏氧化响应性及细胞内氧化还原微环境，发展了一类新的氧化聚合反应，首次制备了完全由VI族元素组成的无机主链聚合物-聚碲氧烷，搭建了无机氧化物与有机高分子之间的桥梁。碲氧聚合反应与常见的芳香性单体氧化聚合不同，后者通常采用芳环上碳原子相连或碳-杂原子相连的方式形成聚合物主链，而前者氧原子进入主链，形成碲-氧-碲的周期性结构，主链完全不含碳原子。该聚合反应可在活性氧物质高表达的肿瘤细胞中选择性进行，反应产生主链结构由碲元素与氧元素构筑的聚碲氧烷。此类聚碲氧烷可通过与细胞内含硒蛋白的结合破坏细胞内氧化平衡，诱导活性氧物质的表达，进一步促进氧化聚合；而活性氧物质的积累将激活相关的凋亡通路，诱导肿瘤细胞的选择性凋亡。聚碲氧烷可以利用两相界面聚合大批量制备。其在可循环降解、辐射防护、无金属光催化等领域存在潜在应用，为新型聚合物材料的合成及应用探索提供新的思路。

尤业字

中国科学技术大学

中国科学技术大学化学与材料科学讲席教授、博士生导师、国家自然基金委杰出青年基金获得者。1996年本科毕业于合肥工业大学化学工程学院，2000年获中国科学技术大学硕士学位2003年获得年中国科学技术大学博士学位，并获中科院院长奖学金。随后，去日本东京工业大学资源化学研究所做访问研究员，2005年到美国韦恩州立大学药学院进行博士后研究。2007年12月，回到中国科学技术大学高分子科学与工程系，任副教授；2012.12至今 中国科学技术大学高分子科学与工程系教授、博士生导师；2017.12合肥微尺度物质科学国家研究中心研究员。主要从事生物医用高分子、核酸药物和化疗药物的递送研究。2008以来，主持或参与科技部重点研发、国家杰出青年基金、基金委重点项目、基金委创新团队、联合创新基金、面上项目等。在Nat Nanotech, Nat Metab, Nat Commun, Adv Mater, JACS, Angew Chem, ACS Nano等国际学术期刊发表研究论文160余篇。

靶向肿瘤细胞膜磷脂酰丝氨酸纳米药物

尤业字*，高凡

中国科学技术大学，安徽 合肥，230026 *yzyou@ustc.edu.cn

报告摘要：

PD-1/PD-L1免疫检查点抑制剂彻底改变了癌症治疗方法[1]。然而，目前只有约20% 的肿瘤患者有响应，而约60% 的PD-L1 阳性肿瘤患者仍然会出现药物耐受而治疗失败。失败最主要原因是肿瘤细胞细胞膜上的磷脂酰丝氨酸磷脂从细胞膜的内叶（正常细胞，磷脂酰丝氨酸磷脂位于细胞膜的内叶）外翻到细胞膜的外叶[2, 3]，外翻的磷脂酰丝氨酸与肿瘤细胞和树突细胞膜上PS受体结合释放多种免疫抑制细胞因子，树突状细胞不能熟化，减弱先天性和适应性细胞反应，而且大大上调了肿瘤细胞和树突细胞膜上的PD-L1表达，导致PD-1/PD-L1免疫检查点抑制剂阻断失败。我们的研究发现，我们构建的有机分子不仅可以高效地靶向肿瘤组织，并有能够效地结合肿瘤细胞膜上外翻的磷脂酰丝氨酸。结合了肿瘤细胞膜上外翻的磷脂酰丝氨酸，可以有效地阻断外翻的磷脂酰丝氨酸与肿瘤细胞和树突细胞膜上PS受体结合。这不仅可以促进树突状细胞成熟、效应性T细胞增殖和浸润，而且有效地抑制PD-L1在肿瘤细胞和树突细胞等上的表达，从而大大增强T细胞功能，能够有效地杀死肿瘤细胞。实验结果表明，该方法能够诱导强的免疫记忆功能，并根除70%以上的结直肠和黑色素瘤肿瘤小鼠的肿瘤。这些初步的发现为有机分子高效结合外翻的磷脂酰丝氨酸在癌症免疫治疗中提供了一种非抗体免疫治疗的新策略，可以克服检查点阻断在癌症治疗中的局限性 [4，5]。

张先正

武汉大学

教授，博士生导师，研究生院副院长。长江学者特聘教授、国家杰出青年基金获得者、万人计划科技创新领军人才、享受国务院政府特殊津贴、国际生物材料科学与工程学会联合会Fellow、英国皇家化学学会Fellow、中国化学会会士、中国生物材料学会会士、中国生物材料学会青年科学家奖获得者、生物医用高分子材料大会杰出贡献奖获得者。1994，1997，2000年相继于武汉大学获学士、硕士和博士学位。2000年至2001年新加坡材料所Research Associate。2001年至2004年美国康奈尔大学博士后。自2004年9月起在武汉大学化学与分子科学学院任教授。已在Nat. Biomed. Eng.、AM、JACS、ACIE、Biomaterials等期刊发表SCI论文660多篇，SCI他引36000多次，H因子106。授权美国/中国发明专利32项，部分专利已转让。

用于疾病诊疗的生物医用高分子研究

张先正

武汉大学化学与分子科学学院 * xz-zhang@whu.edu.cn

报告摘要：

生物医用高分子材料是一门生命科学、医学、材料科学与高分子化学交叉的新兴学科，是用于诊断、治疗或修复、替代组织和器官的功能高分子材料，有助于延长患者寿命和提高人类生活质量。我们通过对高分子特定化学结构可控合成及其功能化方法的不断创新，积极探索智能响应高分子在重大疾病诊断、治疗中的应用。围绕高分子载体精准智能响应及功能集成协同这一关键科学问题，我们提出了肿瘤触发靶向和信封型多功能高分子载体设计新策略。近年来，面向生物医学领域的重大需求，我们进一步发展了基于多肽、蛋白、细胞、细菌等活性高分子材料，并成功用于重大疾病的诊疗，显著提高疾病治疗的有效性、稳定性与安全性。

赵强

南开大学

南开大学生命科学学院教授，国家杰出青年科学基金获得者。担任中国生物医学工程学会理事、中国解剖学会血管分会副主委、Fundamental Research编委、Engineered Regeneration 副主编等。主要从事心血管生物材料与再生医学研究工作。在国际权威学术期刊Sci Transl Med、Nat Chem Biol、Nat Commun、Sci Adv、Cell Rep、elife、Adv Mater、Cir Res、Adv Sci、J Am Soc Nephrol、Biomaterials等发表SCI收录论文100余篇，出版著作章节6部。主持国家重点研发计划、国家自然科学基金重点项目、国家杰出青年科学基金、国家优秀青年科学基金和天津市杰出青年科学基金等国家级和省部级科研项目10余项。先后获得天津市自然科学一等奖（2019）和天津市科技进步二等奖（2016，2022）。

用于心血管疾病治疗的生物材料研究

卫永禛，蒋欢，赵强*

南开大学生命科学学院药物化学生物学全国重点实验室

*qiangzhao@nankai.edu.cn

报告摘要：

腹主动脉瘤（AAA）是一类具有较高致死率的扩张性主动脉疾病，在65岁以上人群中的发病率达到9%。AAA起病隐匿，瘤体一旦出现破裂，65~85%的患者会发生致命性出血，直接威胁生命。目前，AAA临床治疗以手术为主，包括开放手术和腔内修复术，缺乏有效的药物和干预策略。我们分别收集了腹主动脉瘤患者与健康对照人群的血浆和组织样本，经分析发现血浆中胰岛素样生长因子1（IGF1）是腹主动脉瘤的独立危险因素，其受体IGF1R可能是腹主动脉瘤治疗的有效靶点。进一步，分别在不同AAA动物模型中发现IGF1/IGF1R信号轴对腹主动脉瘤的发生发展具有促进作用，并研究了其通过PI3K/AKT/mTOR信号通路调节平滑肌细胞表型转变进而促进AAA形成发展的分子机制。在此基础上，结合材料科学与医学影像手段开发了超声引导下血管外周局部递送IGF1R拮抗剂治疗AAA的新策略，并在大动物模型上进行了验证。结果表明，该策略不仅能有效干预腹主动脉瘤的发生和发展，同时能降低全身性递送IGF1R拮抗剂引发的负作用（糖代谢、肌肉功能以及痛觉感受等方面异常）。未来可适用由于年龄、疾病等原因不适合接受手术治疗的患者。同时，该策略有望对未达到手术指征的早期动脉瘤患者实施有效干预，为腹主动脉瘤治疗或早期干预提供新思路。

周绍兵

西南交通大学

西南交通大学医学院（生物医学工程研究院）院长，教授，博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者，国家万人计划领军人才，政府特殊津贴获得者。研究方向是生物医用高分子材料方面的应用基础研究。主持过包括国家自然科学基金重点项目和国家重点研究计划课题等项目10余项。目前在Progress in Polymer Science, Nature Communications, Science Advances, Advanced Materials等国际高影响SCI收录期刊发表文章200余篇，他引1万余次，获授权国家发明专利30余项，以第一完成人荣获四川省自然科学一等奖1项。

高分子载体材料在药物递送中的研究进展

周绍兵

西南交通大学医学院（生物医学与工程研究院）

*shaobingzhou@swjtu.edu.cn

报告摘要：

高分子载体在肿瘤等重大疾病治疗方面取得了突出进展，特别在降低药物的毒副作用和提高其治疗效果方面。然而，如何进一步提高药物的传递效率和提高免疫治疗的响应率等仍然是抗肿瘤研究中的主要挑战。

为了提高药物传递效率，本研究制备了一种胶原酶改性的尺寸可变化的聚合物胶束，载体材料中含聚氨基酯链段pH响应，由疏水成亲水，使胶原纤维酶释放，降解胶原纤维，增加载体穿透；同时载体尺寸变大，增强其滞留效果，从而提高药物传递效率。还发展出一种新的pH响应聚合物囊，同时递送自噬抑制剂和内质网应激引发剂两种药物，破坏细胞稳态，引发内质网应激和自噬流的阻断，以达到抗肿瘤以及抗肿瘤转移效果。最后制备了一种靶向外膜囊泡，通过电穿孔方法将PD-1质粒装入细菌外膜囊泡中。囊泡进入肿瘤细胞后，在肿瘤细胞膜上表达PD-1蛋白，与肿瘤细胞膜上原有的PD-L1结合，从而阻断与T细胞表面PD-1的结合，实现免疫检测点自阻断，提高免疫治疗效果。

周永丰

上海交通大学

交替共聚物囊泡及应用

江文峰，周永丰*

,上海交通大学化学化工学院，变革性分子前沿科学中心，东川路800号，邮编200240

*Email: yfzhou@sjtu.edu.cn

报告摘要：

聚合物囊泡是一种由聚合物薄膜包裹空腔的超分子结构，和中空球相比，聚合物囊泡的薄膜往往具有单双分子层结构。由于聚合物囊泡的空腔和囊泡膜都可以封装分子，而且聚合物具有较高的稳定性和较为灵敏的刺激响应特性，聚合物囊泡在药物递送、纳米反应器、胶囊缓释、仿生催化等领域展示出了独特的应用优势。囊泡的形成一般包括薄膜弯曲后闭合，或者球形胶束空腔化这两种机理，但基于这两种机理的囊泡往往尺寸是多分散的。如何精准控制囊泡尺寸是囊泡研究领域的核心科学问题。一般采用模板法来控制囊泡的尺寸，比如，对于尺寸小于500nm的囊泡，可以通过从均孔膜或凝胶中多次挤出来获得单分散的囊泡；对于微米级囊泡，采用模板溶剂化方法或者乳液模板法来实现了尺寸控制。但到目前为止，还鲜有无模板法制备单分散聚合物囊泡的报道。在本报告中，我们研究了交替共聚物的溶液自组装行为，并通过活性自组装的方法来制备了单分散的微米级聚合物泡，并细致研究了自组装的动力学过程，揭示了囊泡的活性自组装机制。并研究了囊泡应用，发现交替共聚物有利于囊泡的高度有序排列，从而获得高光热转变效率，因此表现出优秀的光热治疗能力。而且交替共聚物囊泡还展示出突出的变形能力，在细胞的结构和功能仿生中展示出独特的优势。

前沿医药高分子与创新载体技术

蔡开勇

重庆大学

医用钛合金高分子表界面工程

陈茂文、陶白龙、陈茂华、蔡开勇*

重庆大学生物工程学院 *E-mail：kaiyong_cai@cqu.edu.cn

报告摘要：

医用钛合金广泛应用于临床骨修复领域，包括人工关节、牙种植体等。然而，其固有的表面生物惰性特征，使其缺乏与天然宿主细胞/组织交互作用能力，导致钛合金骨修复植入体初期稳定性差、也难以满足细菌感染/骨质疏松病患植入需求。另一方面，就非降解医用钛合金植入体而言，其与人体的相互作用首先/最终发生在植入体表界面，与其在人体长期服役中的有效性、安全性和使用寿命密切相关。如何优化材料及其表界面设计，改善植入体与细胞/骨组织的相互作用性能，最终提高其骨整合性能，是我们关注的关键科学问题。

从细胞/组织微环境思路出发，我们发展了具有主动调控细胞功能的仿生高分子涂层，利用沉积和化学接枝方法，在钛基材表面构建ROS响应性的适配体/多肽界面，用于响应性释放Apt 19S，募集周围的MSCs到材料表面，再通过羟基磷灰石(HA)和OGP的协同作用促进MSCs成骨分化，最终促进骨修复。从组织修复MSCs向损伤部位归巢过程角度，探究了材料对细胞在3D组织间穿行和迁移的影响。研究表明，在1-20kPa硬度范围内，依赖于细胞骨架皮质层收缩，较硬的胞外基质可显著提高MSCs的跨膜迁移能力。随着胞外基质硬度的增加，干细胞的Integrin αv和Integrin α5、MMP2和MMP9显著降低，而SDF-1和CXCR4的表达却呈现出相反趋势。较硬的胞外基质可能通过降低干细胞的核硬度并转变干细胞的迁移模式来提高干细胞的跨膜迁移能力。此外，水凝胶材料的应力松弛可以通过磷脂酰肌醇3-激酶（PI3K）/蛋白激酶B（Akt）-细胞周期蛋白依赖激酶（CDK1）信号通路调控MSCs的转录组表达和细胞周期进程。而较慢的应力松弛不利于MSCs增殖，但促使MSCs大量进入G0期而维持了沉默状态，有利于细胞维持自我稳态。

此外，面向骨质疏松症退行性骨缺损修复出发，我们探究了植入体表界面特征介导干细胞池再年轻化，促进骨组织修复。从生物能供给角度，我们通过模拟生物酶设计，在钛植入物表面上的响应性凝胶涂层(Ti/Gel/CaCO3-Qu-Cr)。动物植入后，局部高ROS水平刺激壳聚糖/明胶涂层塌陷，原位释放纳米颗粒。当颗粒被MSCs等细胞吞噬后，释放的Qu可以清除细胞内ROS，而纳米颗粒释放的Qu-Cr复合物在结构上类似于吡啶甲酸铬，增加葡萄糖摄入和代谢率，从而增加生物能生产和MSCs的成骨分化。同时，葡萄糖代谢中产生的柠檬酸可被运输到细胞外，促进无定形磷酸钙和胶原沉积，从而提高MSCs的矿化水平，最终改善Ti植入物和骨质疏松骨组织间的骨整合。利用二磷酸盐 (PXBP)与铈/锶（Ce/Sr）离子的配位作用，在钛表面原位构建骨微环境响应生物功能金属-有机骨架(bioMOF)涂层。研究表明，AHT-Ce/SrMOF组具有良好的类超氧化物歧化酶和过氧化氢酶样催化活性，可有效分解MSCs胞内ROS并恢复其线粒体功能，延缓衰老，提高骨质疏松条件下的植入体骨整合。

程义云

华东师范大学

2004年本科毕业于中国科学技术大学高分子系，2008年博士毕业于中国科学技术大学生物系，随后在圣路易斯华盛顿大学从事博士后研究，2010年起在华东师范大学生命科学学院工作，主要研究方向为高分子药物递送系统，包括基因、蛋白质、多肽等生物大分子的体内外递送。承担国家自然科学基金重点项目、国家重点研发计划等项目十余项。获中国化学会青年化学奖、中国化学会高分子青年学者奖、中国化学会青年化学家元素周期表“氟元素代言人”等。

蛋白质胞内递送技术及应用

程义云

1华东师范大学生命科学学院，上海市东川路500号，200241

*Email: yycheng@mail.ustc.edu.cn

报告摘要：

蛋白质胞内递送技术对生命科学的基础研究，生物技术的发展以及蛋白质类药物的研发具有重要的意义。我们通过理性设计的策略制备了一类高效的大分子载体用于天然蛋白质胞内递送。一方面，通过在高分子链上引入能够高效结合蛋白质的功能基团来帮助高分子载体与蛋白质形成稳定复合物；另一方面，借助超分子组装的策略稳定高分子载体与蛋白质形成的复合物，进而实现高效的细胞内吞、内涵体逃逸和胞内释放。通过在功能基团与载体之间引入刺激响应的化学键来触发蛋白质药物在特定环境下释放，所设计的载体可将不同分子量、等电点的蛋白质高效递送到胞浆内，并维持其生物学活性。为了满足载体在体内蛋白质药物递送方面的应用，我们发展了一系列具有抗血清性能的蛋白质胞内递送技术，并初步探索了这些高分子载体的潜在生物医学应用。

丁丹

南开大学

博士生导师、南开大学生命科学学院、药物化学生物学国家重点实验室研究员、生命科学学院副院长。丁丹一直致力于新概念生物医用光学功能材料的研究。充分利用多学科（材料、化学、生物、医学等）交叉的优势，围绕生物医用光学功能材料，提出了激发态能量流向调控分子工程的新策略。通过该分子工程的理念与新策略设计制备了一系列具有高效疾病光诊疗功能的新型材料，揭示了其构效关系，探索了其在疾病早期诊断、疾病手术导航、疾病标志物体外检测、癌症放化疗增敏治疗、疾病免疫治疗等方面的生物医用，并进一步证明了基于能量流向调控分子工程构建的生物医用光学功能材料相比于传统材料的显著优势。近5年来，丁丹作为通讯作者已在Nat. Protoc.，Nat. Commun.，J. Am. Chem. Soc.，Angew. Chem. Int. Ed.，Adv. Mater.等期刊上发表影响因子>10的通讯作者论文50余篇；研究成果受到国内外同行专家的广泛关注和好评，全部SCI 论文共被他人引用15000余次，H因子为80；担任《J. Control. Release》、《Aggregate》以及《Sci. China Chem.》等期刊的编委。

生物医用光学功能材料

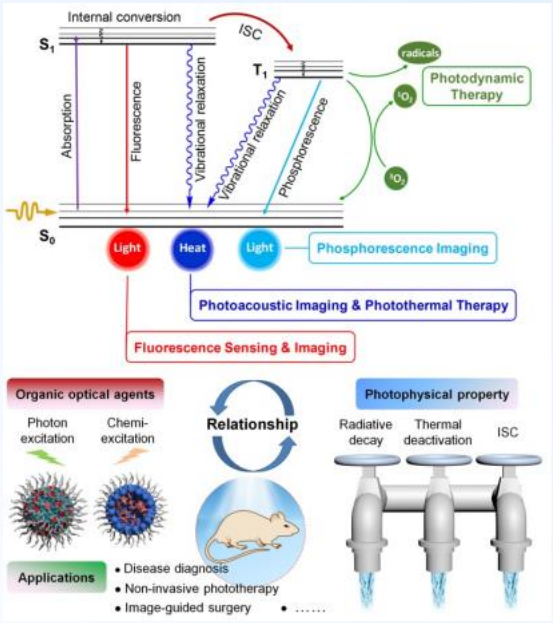
丁丹

南开大学，天津市南开区卫津路94号，300071

*邮箱地址/E-mail：dingd@nankai.edu.cn

报告摘要：

分子影像材料能够对疾病的诊断、药物疗效评估以及研究疾病的发生发展机制提供极为重要的信息。丁丹课题组的研究工作聚焦于光学成像，并致力于发展新型的生物医用有机高分子光学功能材料。课题组设计制备了一系列新型的半导体共轭高分子，聚集诱导发光分子，以及富含分子内运动单元的有机/高分子，结合生物医用高分子，发展了能够用于荧光成像、光声成像、以及长余辉发光成像的分子/纳米探针，实现了其在肿瘤切除手术导航、干细胞等功能细胞示踪、疾病相关生物分子检测、疾病体内诊断与治疗等生物医用。课题组以Jablonski光物理图为指导方针，通过分子结构设计和生物体系内分子堆积的调控来实现生物医学功能的可控性和最优化；探索激发态分子内运动与生物医学功能和效果之间的内在联系；并且侧重分子/纳米探针对疾病微环境的特异响应性[1]。



图一．研究工作聚焦于可控调控激发态能量通路，从而实现材料最优化的光诊疗性能。

丁建东

复旦大学

聚合物分子工程国家重点实验室主任、复旦大学高分子科学系教授、药学院兼职教授、国家杰出青年基金获得者、教育部长江学者、国家万人计划百千万工程领军人才、国际生物材料联合会Fellow、973项目首席科学家。 本科、硕士和博士分别毕业于复旦大学生命科学院、材料科学系和高分子科学系，在英国剑桥大学材料科学系做博士后研究。1998年获得杰青资助以后，长期从事生物医用材料的全链条研究。他在医用材料构建以及细胞与材料作用规律解析方面做出了一些决定性实验，丰富了具有适宜细胞响应的再生生物材料的理论体系；基础研究引领的全链条合作“获得了中国和欧盟的医疗器械注册证，在国内外进行了大规模示范应用”。连续十年入选Elsevier材料领域国际高被引科学家名录。研究成果以第一完成人获教育部自然科学一等奖以及日内瓦国际发明金奖等。2022年出版三部专著（科学出版社）：《生物医用高分子材料（上）》、《生物医用高分子材料（下）》、《生物材料表界面与表面改性》；参与研究的一项国际标准被ISO批准。

作为储库型药物缓释载体的聚合物热致水凝胶

丁建东

聚合物分子工程国家重点实验室，复旦大学高分子科学系，上海200438

*Email: jdding1@fudan.edu.cn

报告摘要：

可降解高分子PLGA-PEG-PLGA的水体系具有随温度升高发生溶胶-凝胶相转变的特性，并且转变温度可被调节到室温和体温之间，因此提供了一种可注射的包裹和缓释多类药物的载体平台，如图1所示。

图1、 基于热致水凝胶的药物缓释载体的原理示意图

然而，相应的物理凝胶化机制长期未被阐明、导致该类材料的可调节宽口狭窄，不利于产业转化，且针对不同类药物的包裹也呈现各自的科学技术特征。

复旦大学丁建东课题组在这个方向持续开展了研究与开发。报告将介绍其中的一部份基础研究和应用相关研究的内容。

李志波

青岛科技大学

青岛科技大学教授/博导。1998年、2001年中国科学技术大学获学士和硕士学位，2006年明尼苏达大学获博士学位，在UCLA完成博士后研究，2008年到中科院化学所工作，2014年底到青岛科技大学工作至今。2012年获国家杰出青年基金支持，2015年获泰山学者优势学科团队支持并入选国家百千万人才工程，2018年入选英国皇家化学会会士和科技部创新领军人才计划及第四批国家“万人计划”。2019年获得山东省自然科学二等奖；2021年获“中国化学会高分子科学邀请报告荣誉奖”。2022年获青岛市自然科学一等奖，入选中国化学会会士。发表SCI论文300余篇，授权中国专利30余件。目前担任Chinese Journal of Polymer Science和Polymer Chemistry副主编，《高分子学报》、《功能高分子学报》和《中国科学·化学》编委；现任第31届中国化学会高分子学科委员会委员，第31届中国化学会副秘书长、理事。主要从事可降解高分子的可控合成、结构与性质表征以及相关应用研究。

生物高分子 P4HB 的化学合成与生物医用

李志波

青岛科技大学，zbli@qust.edu.cn

报告摘要:

生态环境高分子材料主要包括脂肪族聚酯、氨基酸基高分子、二氧化碳/环氧共聚物、呋喃二甲酸基聚酯，以及生物基高分子如纤维素、甲壳素和壳聚糖等。其中化学合成聚酯主要包括聚乙交酯（PGA）、聚乳酸（PLA）、乙交酯-丙交酯共聚物（PLGA）、聚己内酯（PCL），聚丁二酸丁二醇酯（PBS）等。其中聚羟基烷酸酯（PHAs）是一类重要的生物基聚酯，其理化性质可以根据主链的碳原子数目进行调节，可以得到接近传统塑料制品的高分子材料，并可在适当环境条件下降解，被认为是重要应用前景的生物塑料。在PHA 家族中，聚羟基丁酸酯（PHB）是其中最重要一类，主要包括聚3羟基丁酯（P3HB）和聚4羟基丁酯（P4HB）。近年来，我利用自主开发的有机磷腈超强碱作为催化剂实现了g-丁内酯的开环聚合，通过化学合成制备了高分子量聚4羟基丁酸酯（P4HB）及其衍生物。进一步构筑碱/脲二元催化体系，合成了高分子量、力学强度性能较好的P4HB材料。生物相容性研究表明P4HB具有非常好的生物相容性和降解性。设计合成了多种具有不同碱性的有机磷腈碱，实现了多种可降解聚酯的高效合成，从而为化学合成具有不同性能和功能的可降解高分子材料提供的坚实的研究基础。

梁高林

东南大学

男，江苏兴化人，东南大学首席教授，生物科学与医学工程学院博士生导师，数字医学工程全国重点实验室副主任，国家杰出青年科学基金获得者，民建中央科教委副主任。1989年考入南京大学基础学科教学强化部（理科第一名）并于1993年获南京大学物理化学专业学士，2002年获得郑州大学化学工艺专业硕士，2005年获得复旦大学药物化学专业博士。1993年至2002年，江苏省原子医学研究所助理研究员。2005年9月至2008年1月香港科技大学化学系博士后，导师徐兵教授。2008年1月至2010年5月，美国斯坦福大学医学院博士后，导师饶江洪教授。2010年3月-2021年3月，中国科学技术大学化学系教授。2018年12月至今，东南大学生物科学与医学工程学院教授。主要研究方向包括生物成像和生物医药。迄今为止，在SCI收录期刊上发表论文190余篇。其中大部分在Nature Chemistry, Nature Communications, Science Advances, Journal of the American Chemical Society, Angewandte Chemie International Edition, Advanced Materials, Analytical Chemistry等国际期刊上发表，论文目前被引用10000余次，H因子53。先后获得国家二类新药证书1项、中国发明专利12项、世界专利1项，美国专利1项。获国务院政府特殊津贴（2020年）；入选2019年国家百千万人才工程，被授予“有突出贡献中青年专家”；获2019年安徽省自然科学二等奖（排名第一）；获2017年“国家杰出青年科学基金”资助、2012年安徽省第二批“”“安徽特聘专家”、2011年安徽省“杰出青年科学基金”资助以及2010年教育部“新世纪优秀人才支持计划”等。

超分子水凝胶在疾病治疗中的应用

程晓彤，梁高林*

数字医学工程全国重点实验室，东南大学生物科学与医学工程学院，南京，江苏 211189

*Email：gliang@seu.edu.cn

报告摘要：

水凝胶是一种具有三维网络结构的软物质材料，在生物医学工程领域应用广泛。与传统聚合物凝胶相比，超分子水凝胶具有易降解和高生物相容性的特点，在疾病治疗中展现出独特优势。通过酶等刺激，两亲性小分子可以在水溶液中通过弱相互作用自组装形成超分子水凝胶。本研究基于酶促自组装（EISA）技术，设计出一系列针对病灶部位高表达的酶特异性响应的超分子水凝胶，实现对几种疾病的高效治疗： 1）包裹SDF-1/BMP-2的超分子水凝胶，促进牙周骨的快速生长；2）T-细胞解组装他克莫司水凝胶，克服肝脏移植排斥；3）碱性磷酸酶和羧酸酯酶控制的地塞米松水凝胶自组装及药物释放，实现肝脏纤维化的高效治疗； 4）基于三叉戟前药分子构筑的原位自组装超分子水凝胶，通过“空间抑制肿瘤转移”策略实现肿瘤转移的高效抑制；5）靶向识别AXL激酶的自组装超分子水凝胶，有效抑制卵巢癌的发生与发展。

刘世勇

中国科学技术大学

中国科学技术大学教授、博士生导师，中科院软物质化学重点实验室主任，化学与材料科学学院执行院长，中科院，“长江学者”特聘教授，国家杰青，“万人计划”领军人才。主要从事有机高分子和软物质功能体系的定制合成，有序聚集体微结构调控，以及性能研究。根据有机分子模块化构筑和超分子次价键协同原理，当前重点开展精准序列可控合成高分子、单一分子量精准聚乙二醇(PEG)及其功能衍生物和药物制剂、分子探针与造影剂、纳米材料蛋白质冠主动精准调控、面向极紫外应用的单组份高性能光刻胶、远离平衡态自催化反应体系对L-构型氨基酸的动力学选择性(生命同手性起源难题)等相关基础和应用基础研究。在Nat. Chem., Phys. Rev. Lett., J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem. Int. Ed., Nat. Commun., Adv. Mater., CCS Chem.等国际刊物发表通讯/第一作者论文240余篇，总引用22,000余次（H指数86）。共计申请36项国家发明专利，4项PCT国际专利和1项美国专利，其中22项已获授权。现担任美国化学会 Chem. Mater. (2018-)副主编, Chin. J. Polym. Sci. 副主编，以及其他17份国际国内期刊的(顾问)编委。任第八届国务院学位委员会化学学科评议组成员、第31届中国化学会副秘书长。以项目负责人身份(曾)承担基金委重大项目和重点项目，基金委创新研究群体、科技部国家重点研发计划变革性技术专项、中科院基础与交叉前沿科研先导专项项目等。

精准高分子化学为生物医用材料带来机遇

岑杰、陈明龙、刘世勇*

中国科学技术大学化学与材料科学学院　*sliu@ustc.edu.cn

报告摘要:

定量或鉴别有机/聚合物纳米粒子在活体内的生物分布对于纳米药物输送的评估和治疗/诊断功能的优化至关重要。常规的荧光和同位素标记技术依赖于化学修饰，由于纳米粒子表面性质的改变，偶联标记物的随机裂解，背景干扰和材料的触发降解，化学修饰可能无法提供软物质纳米粒子的真实时空分布。在本工作中我们通过模块化合成得到一类具有单一分子量且序列可控的两亲性聚合物结构，该聚合物可自组装成不同大小球状胶束或者不同长度的棒状胶束，且其形貌由N-芳基氨基甲酸酯重复单元的数目或嵌段的序列精确调控，我们定义这种胶束为“数码胶束”，并实现了二级质谱序列直读和在细胞和组织水平上的生物分布无标记定量和大分子质谱成像。

申有青

浙江大学

教育部长江学者特聘教授、美国医学与生物工程院（AIMBE）Fellow，浙江大学化工学院院长、浙江省智能生物材料中心主任。获浙江大学理学学士(1991)和博士((1995)学位和加拿大McMaster University (2002)工学博士学位。2002任美国怀俄明大学化学工程系助理教授并于2007年提前晋升为tenured副教授，08年受邀回国并获当年的国家杰青，2014年获聘长江学者特聘教授。主要从事生物医用高分子与纳米药物的研究，主持美国国家科学基金等项目10余项、基金委重大项目课题和重点项目、科技部973和重点研发计划项目（首席）等。在Nature Nanotech、Nature Biomed Eng等发表SCI论文500余篇。兼任中国药学会纳米药物专业委员会副主任委员、中国生物材料学会生物医用高分子分会副主任委员、中国医药生物技术协会生物纳米技术分会副主任委员，及美国化学会Chem&Bio Eng执行主编和Ind Eng Chem Res副主编、Elsevier的 Adv Drug Delv Rev执行编辑。

基于多能高分子的细胞主动递药机制

申有青

浙江大学化学工程与生物工程学院，杭州310058

*Email: shenyq@zju.edu.cn

报告摘要:

肿瘤靶向药物输送系统需要克服多级生物屏障才能将药物递送到实体肿瘤细胞内，因此纳米药物需要具备多种功能来克服这些屏障才能获得高的疗效。传统上是将不同功能基团集成到纳米药物上来获得多功能（all-in-one），但这不可避免地导致纳米药物组成和结构复杂化，也就导致临床转化困难。我们发展了利用多能聚合物发展了“one-for-all”策略，从而大大简化纳米药物的结构和组成的同时，显著提高纳米药物的疗效，有利于纳米药物的临床转化。该多能聚合物载体同时具有血液内长循环、特异性诱导肿瘤血管内皮细主动将纳米药物从血液转运到肿瘤组织内（主动外渗）、诱导肿瘤细胞间相互传递纳米药物进行渗透（主动渗透），从而大大增强纳米药物的瘤内蓄积和瘤内分布。这种利用细胞转胞运生物行为让细胞消耗能量主动递送纳米药物，即让肿瘤自己主动递送纳米药物，克服了EPR效应的依赖性和被动扩散的局限性，显著提高了疗效而促进纳米药物临床转化的新途径，获得三个纳米药物进入临床试验。该基于多能聚合物的递药机制还可用于口服和滴眼高效给药。

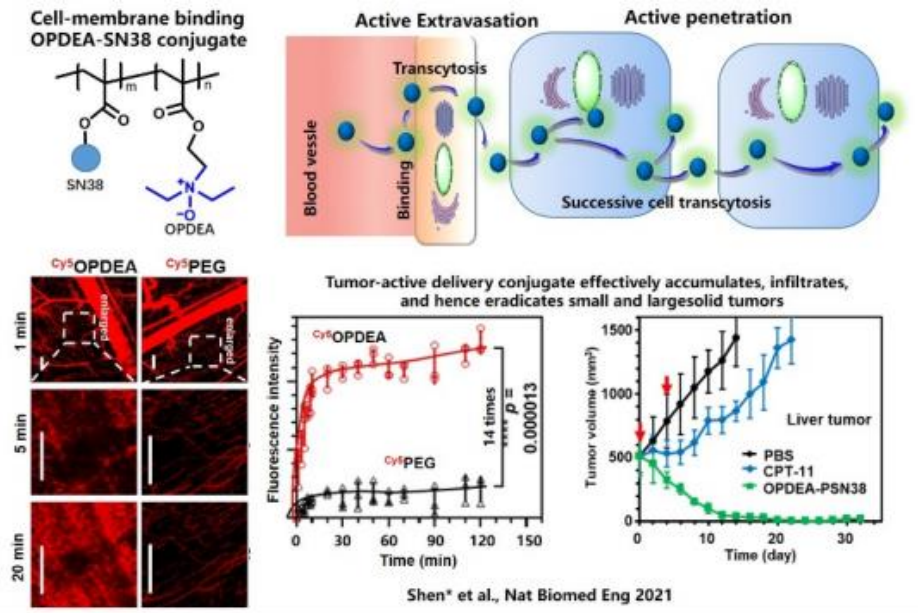


Fig. 1. Polymer-induced transcytosis enabling tumor-active drug delivery

汤朝晖

中国科学院长春应用化学研究所

血靶向高分子纳米前药用于肿瘤治疗研究

汤朝晖

中国科学院长春应用化学研究所 E-mail:ztang@ciac.ac.cn

报告摘要:

由于肿瘤组织与正常组织之间差异性不足，传统主动靶向药物输送策略和肿瘤选择性药物激活策略的效率都受到限制。血管阻断剂治疗可以选择性地破坏肿瘤血管，诱导肿瘤特异性的出血-凝血级联反应，产生大量新的凝血靶标，促进带有凝血靶头的高分子纳米药物在肿瘤部位显著富集，同时，血管阻断剂治疗将选择性地使肿瘤乏氧程度显著增加，实现乏氧激活抗肿瘤前药在肿瘤部位的高效激活 [1]。在凝血级联反应中，血小板的活化与聚集形成血小板栓，发挥初期止血功能；纤维蛋白原转换为纤维蛋白并交联形成血栓以进行二期止血。该过程涉及大量凝血因子级联活化，如纤维蛋白稳定因子FXIII被激活为FXIIIa，促进纤维蛋白交联。我们通过在血管阻断剂纳米药物的表面修饰凝血因子FXIIIa的底物多肽（A15），构建了具有链式自放大肿瘤靶向的血管阻断剂纳米药物，并将其作为药物递送平台高效递送BLZ945，调控巨噬细胞表型，实现了单次给药就发挥了显著的抑瘤效果 [2]。针对小分子免疫激动剂IMDQ 全身性治疗会引起严重的炎症因子风暴的问题，我们构建了表面修饰有对活化血小板有强亲和力的Apcitide多肽的IMDQ叠氮纳米前药。相对于小分子前药，利用血管阻断剂纳米药物介导该IMDQ纳米前药的高效主动肿瘤靶向和瘤内高效激活，瘤内活性IMDQ的浓度提高了近60倍，显著提升了药物的肿瘤选择性 [3]。针对缺氧激活前药替拉扎明（TPZ）在临床试验中毒副作用大和瘤内缺氧激活不足的问题，我们构建了表面修饰有对纤维蛋白有强亲和力的TPZ衍生物纳米前药，并联合血管阻断剂纳米药物，发挥了安全高效的肿瘤治疗效果 [4]。我们目前的研究表明，选择性的破坏肿瘤血管，引发肿瘤部位特异性的出血-凝血以及缺氧加剧，会显著提高肿瘤组织和正常组织间的差异，介导凝血靶向高分子纳米前药的高效肿瘤靶向和瘤内高效激活，同时实现高效的肿瘤靶向药物输送和选择性药物激活，为提高抗肿瘤药物的肿瘤选择性和安全高效的肿瘤治疗提供新思路。

王启刚

同济大学

Dr. Qigang Wang received his bachelor’s degree in 1999 and Master’s degree (Supervisor: Prof. Jinsheng Gao) in 2002 from East China University of Science and Technology. He then obtained his Ph.D. in 2005 from Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences (Supervisor: Prof. Qiuming Gao). He was the postdoctor at the Hong Kong University of Science and Technology from 2005-2007 (Supervisor: Prof. Bing Xu). He continued the postdoctor trainning at The University of Tokyo and Riken from 2005 to 2011 (Supervisor: Prof. Takuzo Aida). He is a currently a professor in the School of Chemical Science and Engineering, Tongji University.

载酶生物医用高分子水凝胶

王启刚

1同济大学化学科学与工程学院，200092

2同济大学附属上海市第四人民医院，200434

*Email: wangqg66@tongji.edu.cn

报告摘要：

高分子水凝胶具有丰富可调的成胶单元、类细胞外基质的生理特性、和三维可设计的网络微环境，是新型生物医用材料。本研究受生命体中多酶生物氧化过程的启发，在高分子水凝胶和纳米凝胶中整合活性生物酶，通过对病变组织小分子的生物催化转化来实现对疾病的智能诊疗，从而解决生命健康问题。[1-5] 整体研究由如下三部分来构成：1）提出了酶促自由基聚合等凝胶原位制备新方法，调控凝胶的尺寸和微结构实现负载酶的催化活性优化；2）形成了载酶活性水凝胶的高效递送与病变微环境重塑的新机制；3）探索了多酶催化活性高分子凝胶在创伤组织快速响应性的成型与再生修复领域的应用。

徐福建

北京化工大学

北京化工大学材料科学与工程学院院长。1999年获华东理工大学学士；2002年获中国科学院硕士；2006年获新加坡国立大学博士。主要从事医用高分子材料应用基础研究，发表论文300余篇，申请/授权发明专利100余项。获得万人计划青年拔尖人才（2012），杰青（2013），长江学者（2014），科技部创新人才推进计划重点领域创新团队和万人计划科技创新领军人才（2021），国家自然科学基金创新研究群体（2022），教育部全国高校黄大年式教师团队（2023）及教育部自然科学一等奖（2023）。

新型多羟基聚阳离子递送载体

徐福建

北京化工大学材料科学与工程学院

*xufj@mail.buct.edu.cn

报告摘要：

阳离子聚合物在核酸递送方面的研究与应用得到了广泛的关注。研究发现通过胺基和环氧的开环反应可以构建出富含胺基与羟基的阳离子聚合物.胺基所赋予聚合物的正电性可以通过静电吸附作用与带有负电的核酸结合，并且阳离子聚合物更易穿过带负电的细胞膜，而大量的羟基使得聚合物在体内具有良好的生物相容性，可以保证聚合物在体内的长循环【1-5】。这类富含羟基的阳离子递送载体不仅具有较低的细胞毒性和优良的核酸递送能力，还是可以同步实现与多种功能分子及不同功能、形貌的无机纳米颗粒的有机结合，为癌症、心血管重大疾病的多模式治疗提供了有前景的应用平台。

杨志谋

南开大学

南开大学生命科学学院教授。本科毕业于南京大学高分子系；博士毕业于香港科技大学化学系，师从徐兵教授；随后于斯坦福大学医学院Matthew Bogyo教授课题组从事博士后研究。主要研究方向为多肽水凝胶的可控制备及生物医疗应用，在该研究领域发表SCI收录论文200余篇，论文他人引用次数>11,000次，h因子为66。2012年获国家自然科学基金委“优秀青年基金”资助，2015年入选中组部“万人计划”青年拔尖人才支持计划，2015年获天津市自然科学一等奖（1/11），2018年获国家杰出青年科学基金资助。主持国家自然科学基金委重点项目、科技部重大研究计划等项目。

酶促多肽可控折叠与生长因子模拟

杨志谋

南开大学生命科学学院 yangzm@nankai.edu.cn

报告摘要：

生长因子在细胞（干细胞）增殖、成熟和分化以及组织损伤修复、功能稳态维持中有重要的作用，然而其较低的稳定性和跨生理屏障能力限制了其广泛应用。通过多肽组装路径调控策略，我们可以将生长因子与受体结合的多肽片段可控折叠成活性二级结构，从而实现生长因子活性的模拟。自组装的生长因子拟肽具有优越的抗蛋白降解能力，能更持续的激活下游信号通路，因此在体内外实验中具有比生长因子蛋白更好的性能。我们构建的IGF-1自组装多肽生长因子能显著促进人脐静脉内皮细胞、间充质干细胞、肿瘤浸润淋巴细胞、肌肉细胞等的增殖，在细胞扩增、缺血性疾病治疗和生殖力维持保护中有很高的应用前景。

张拥军

天津工业大学

教授、博士生导师、药学院院长。国家杰出青年基金获得者，中国化学会高分子学科委员会委员、仿生材料化学专业委员会委员、中国生物材料学会生物医用高分子材料分会委员。

程序释放载体及“一针免疫”疫苗研究

关英[1,*]，王皓[1]，周晓勇[1]，张健宸[1]，张拥军[2,*]

1南开大学化学学院，天津，300071

2天津工业大学药学院，天津，300387

*Email: yingguan@nankai.edu.cn，zhangyj@tiangong.edu.cn

报告摘要：

现有的免疫接种一般都采用多次接种的程序，导致顺应性差的问题。美国三院院士Langer提出，可以通过程序释放载体进行疫苗的程序释放，模拟普通接种程序的多次注射接种，从而实现一针免疫。然而这一设想提出了几十年仍未能成功实现，根本原因就是没能开发出合适的程序释放载体。我们最近发展了一种基于动态层层组装膜的程序释放载体。该载体可实现任意多种药物在任意时间点的程序释放，是现有功能最强大的程序释放体系。利用新的程序释放体系成功设计了卵清蛋白、新冠病毒等多种一针免疫疫苗，可很好地实现蛋白抗原的脉冲释放。其免疫效果甚至超过相应的多针免疫的效果。

丁建勋

中国科学院长春应用化学研究所

博士，中国科学院长春应用化学研究所研究员。2007年获得中国科学技术大学理学学士学位，2012年获得中国科学院长春应用化学研究所理学博士学位。2017—2019年赴美国哈佛医学院开展博士后研究。入选吉林省拔尖创新人才、吉林省青年人才托举工程项目、国家优秀青年科学基金项目、吉林省中青年科技创新创业卓越人才项目、吉林省杰出青年基金项目、中国科学院青年创新促进会优秀会员、吉林省创新创业人才项目。荣获中国科学院院长优秀奖、中国专利优秀奖、吉林省科学技术进步奖一等奖、中国化学会高分子青年学者奖、吉林省青年科技奖等奖励10余项。应邀担任Exploration副主编，担任Asian Journal of Pharmaceutical Sciences、Chinese Chemical Letters、Journal of Orthopaedic Translation、ACS Biomaterials Science & Engineering、《功能高分子学报》等期刊编委。主要研究方向为生物活性医用高分子原材料及其制剂和器械的前沿基础研究和应用转化工作。近年来，以第一或通讯作者在Advanced Materials、Angewandte Chemie International Edition等国际学术期刊发表论文150余篇，入选科睿唯安高被引学者。作为第一发明人申请中国发明专利60余项，其中30余项已授权。承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、吉林省科技发展计划等项目10余项。

肿瘤微环境调控聚氨基酸材料

丁建勋

中国科学院长春应用化学研究所 *E-mail: jxding@ciac.ac.cn

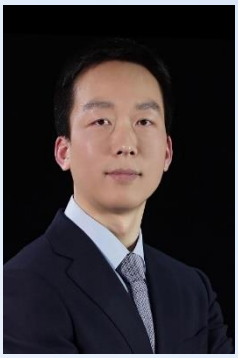
报告摘要：

肿瘤微环境是肿瘤发生、发展的土壤，通过富集恶性肿瘤细胞亚克隆、构建细胞外基质、招募免疫抑制细胞等提升肿瘤恶性程度，降低临床肿瘤治疗效果。因此，调控肿瘤微环境是肿瘤治疗的关键之一。

以研发临床肿瘤治疗创新策略为导向，发展了基于生物活性聚氨基酸材料的肿瘤微环境靶向调控技术，开发了生物响应聚氨基酸材料，在肿瘤细胞或亚细胞结构时空可控递送不同靶点药物，精准调控肿瘤细胞内微环境，解决肿瘤细胞无限增殖的问题；合成了动态变构聚氨基酸材料，在肿瘤周围组织特异性构筑高分子网络或原位引发生物矿化，调控细胞外基质微环境，解决细胞外基质辅助肿瘤生长与转移的问题；制备了免疫效应聚氨基酸材料，高效激活抗肿瘤免疫反应，解决基质细胞导致免疫逃逸的问题。创新发展了通过可控合成的生物活性聚氨基酸材料精准调控肿瘤微环境的策略，为多模式肿瘤治疗提供了材料基础。

丁明明

四川大学



教授，博士生导师，医用高分子材料系主任，高分子材料工程国家重点实验室固定人员，优秀青年科学基金获得者，四川省学术和技术带头人后备人选。主要从事生物医用高分子材料、高分子构象和多级结构调控、高分子多尺度计算机模拟、药物载体和诊疗试剂等方面的研究工作，主持国家自然科学基金优青/面上/青年、四川省及企业横向等多项课题。在J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem., Nat. Commun., Adv. Mater.等期刊上发表学术论文70余篇，申请发明专利25项，其中授权15项。

变构高分子药物载体材料

严悦，罗艳，帅懿航，朱玉玲，李子芬，张刚，刘洋，丁明明*

四川大学高分子科学与工程学院，高分子材料工程国家重点实验室，成都 610065

*Email: dmmshx@scu.edu.cn

报告摘要：

精确可控的结构和完善的功能是医用高分子纳米材料进入临床发挥治疗和诊断效果的关键。受生物大分子启发，我们使用疏水修饰氨基甲酸酯基团“锁”住聚氨基酸有序构象，利用内源性或外源性活性氧作为“门控”触发高分子疏水嵌段由β折叠转变为α螺旋构象[1]，从而在保留囊泡完整性的同时增强其膜通透性，实现小分子和大分子物质的特异性跨膜转运[2]。进一步引入外源性光敏分子，实现聚合物光控超快变构，并增强纳米粒子入胞、溶酶体逃逸和按需释药性能，实现肿瘤多模式免疫联合治疗[3]。在此基础上，发展了金属配位化学调控高分子有序构象的新策略，利用外源配体分子间短程氢键相互作用实现金属离子浓度依赖的β-折叠到α-螺旋构象可控转变，获得能够高效入脑的超小纳米粒子[4]。此外，设计合成具有类β折叠构象和自体荧光的非肽高分子，发现二级构象介导的囊泡变形和变色行为，对于理解生物大分子的折叠和多级组装具有科学意义[5]。

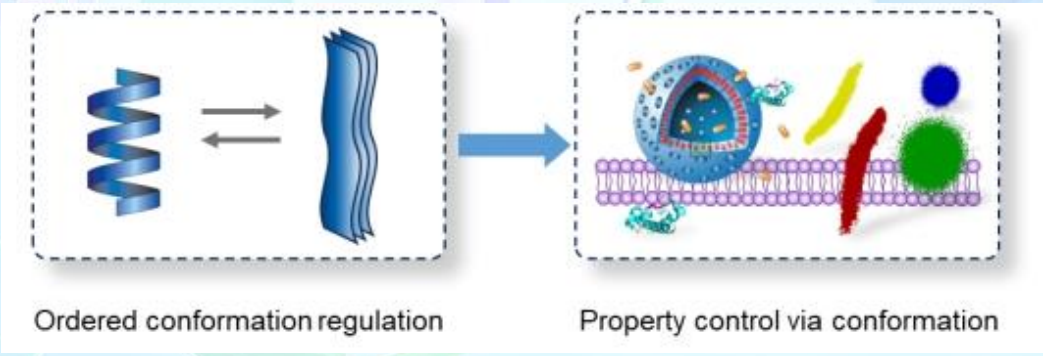
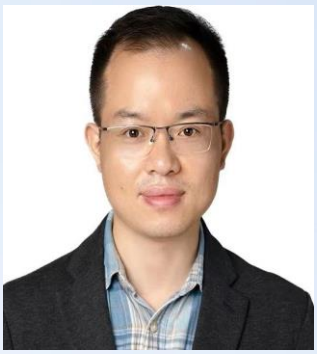


Fig. 1 Conformation-shifting polymer drug carriers

胡进明

中国科学技术大学



中国科学技术大学高分子科学与工程系教授。主要从事响应性高分子材料可控合成、自组装调控及其生物医学功能应用研究，近期集中在气体信号分子（一氧化氮、一氧化碳和硫化氢）递送高分子材料的可控合成及其在炎症（如风湿性关节炎、炎症性肠病、哮喘等）、细菌/病毒感染等相关疾病的应用研究。在JACS（5篇），Angew Chem（12篇），Nat Commun等期刊以通讯/第一作者发表论文90余篇；所有论文共被引用9600余次，H因子为52。主持国家自然科学基金委员会优秀青年基金和面上项目等，作为项目骨干参与基金委重大项目和国家重点研发项目；获安徽省自然科学一等奖（第二完成人），第二届生物医用高分子材料大会青年学者优秀奖。

气体药物高分子递送载体构筑与生物功能应用

胡进明

中国科学技术大学高分子科学与工程系 *E-mail: jmhu@ustc.edu.cn

报告摘要：

一氧化氮（NO）、一氧化碳（CO）和硫化氢（H2S）等信号传导分子具有优异的抗炎和抗菌活性，针对这些气体药物在疾病治疗方面的关键瓶颈问题开展研究，我们将汇报近期取得的如下进展：①针对气体难负载、易代谢、难以到达病变部位等局限性，发展了一系列新型聚前药高分子材料，实现了气体药物高效稳定负载、定向递送和病灶部位触发释放；②发展了光催化和光致氧化等新策略克服皮肤屏障，实现了红光/近红外光介导的气体药物释放和皮下深层生物膜感染的有效治疗；③发展了气体药物协同调控新方法，实现了过度激活炎症免疫微环境的重塑和定向细菌超极化，为高效治疗类风湿性关节炎和耐药菌感染等顽固性疾病提供了新思路。

刘阳

南开大学

主要从事新型生物医用免疫调控功能材料的研究。针对有效引发和增强抗肿瘤免疫反应的问题，创新性的提出了“材料和免疫系统互作与应答调控”的生物功能材料设计新策略，并发展了“纳米免疫调节剂”新型生物材料体系，通过建立材料与免疫系统的互作、识别与应答实现了化学合成聚合物纳米材料对肿瘤免疫过程的直接调控，阐明了材料的免疫调控机制和构效关系，探索了其在肿瘤免疫治疗中的应用，展示了这一新概念材料相较于传统免疫治疗药物体系，具有易于设计合成、免疫活性可调控、可实现多通路协同免疫调控等方面的显著优势，为发展新型癌症免疫治疗药物提供了全新的生物材料体系。相关成果发表论文80余篇，包括Nat. Nanotechnol. (1篇)，Adv. Mater. （7篇）， Sci. Adv.（1篇）， Nat. Commun.（1篇）， Angew. Chem. Int. Ed.（4篇）等，他引3100余次，H-index 31，相关成果获授权发明专利5项。主持国家自然基金面上项目3项，作为项目首席科学家主持科技部重点研发专项青年项目1项。获青年千人（2016年）、天津市自然科学一等奖1项（2022年，排位3）等。

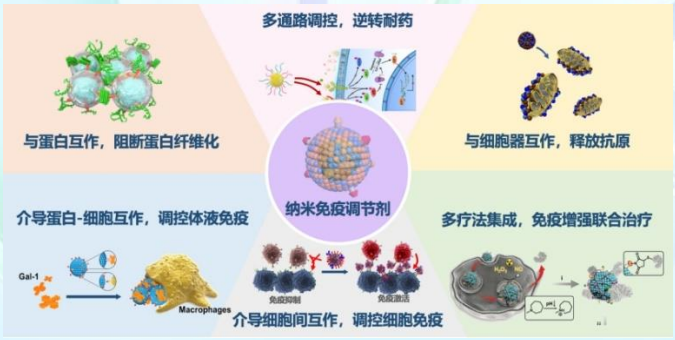
可激活抗肿瘤免疫反应的聚合物纳米材料

刘阳

南开大学，化学学院 *邮箱地址：yliu@nankai.edu.cn

报告摘要：

癌症免疫疗法是一类通过激活患者自身免疫系统来治疗癌症的方法，是重要的癌症治疗新手段。基于纳米材料的药物体系由于其在肿瘤治疗中的独特优势，使其在癌症免疫治疗中得到广泛关注。但是，当前大多数纳米免疫治疗的研究都是将纳米颗粒作为药物递送载体，忽略了其本身直接调节免疫系统的潜力。纳米颗粒粒径可控表面性质可调，通过调节纳米颗粒的性质和组成，可精细控制纳米颗粒与靶标之间的亲和力，使其具备直接调节免疫过程的潜力。基于以上思路，我们近年来发展了一种具有免疫调节功能的新型纳米材料——聚合物纳米免疫调节剂。其通过特殊设计的功能性表面调控免疫相关蛋白和细胞间的相互作用，实现了对抗原提呈、免疫细胞浸润、效应细胞激活等多个肿瘤免疫过程的调控。这一新型生物医用纳米材料在增强现有疗法抗肿瘤效果中的高可行性和通用性，为发展新型免疫增强的联合肿瘤治疗新方法提供了高效可行的材料体系。



毛峥伟

浙江大学

教授，高分子科学与工程学系副主任。作为负责人主持国家自然科学基金优秀青年项目、科技部中葡国际合作项目、浙江省杰出青年基金项目等。作为学术骨干参与国家基金重点项目和重大国际合作项目各1项、欧盟FP7和H2020项目3项。在Nat Nano, Adv Mater, Nat Comm, Sci Adv, J Am Chem Soc, Angew Chem Int Ed等本领域顶级期刊上发表SCI论文150余篇。论文被他人正面引用1万余次，H因子为62。2019年获得中国生物材料学会生物医用高分子材料分会颁发的“青年学者优秀奖”，作为主要完成人获得浙江省自然科学一等奖1项和浙江省科技进步一等奖2项。目前担任期刊Acta Biomaterialia副编辑（处理纳米生物材料方面的稿件）。

微生物/纳米材料活性载体的构建及其疾病治疗研究

毛峥伟

浙江大学高分子科学与工程学系，杭州市余杭塘路866号，310058

*Email: zwmao@zju.edu.cn

报告摘要：

以益生菌为代表的微生物疗法通过正向调节微生物群的组成和功能、积极调控宿主免疫与代谢，在多种疾病中展现出优异的治疗效果。以基因编辑为代表的生物学技术的应用极大程度丰富了微生物的功能、增强了微生物的疗效。近期，纳米材料与技术的快速发展为微生物疗效的提升开辟了一条新途径。微生物和功能性纳米材料形成的“微生物/纳米材料活性载体”可兼具微生物的生物活性以及纳米材料特殊的理化性质，实现双方优势互补或产生协同效应，以更便捷的方式提高了微生物的疗效与转化潜力。

我们以优化益生菌疗效为目标，基于氧化还原纳米酶对益生菌的代谢调控性质，制备了两种益生菌/纳米酶复合活性材料以补充益生菌缺乏的酶系统或强化其已有的酶系统。

体系一：采用具有 CAT、SOD 活性的 Fe 基单原子纳米酶补充厌氧长双歧杆菌缺乏的抗氧化酶系统。纳米酶可持续、稳健、高效地帮助益生菌抵御炎性肠道高浓度 ROS 的攻击，延长其在炎性肠道中的定植时间，使其发挥更高效的菌群调控作用。该益生菌-抗氧化纳米酶杂化材料在小鼠和大型犬的炎症性肠病（IBD）模型中均具有良好的治疗效果，有望成为代替传统 IBD 药物的新制剂。该体系为开发高效安全的益生菌制剂提供了新思路。

体系二：采用具有 POD 活性的超小 Au 掺杂 Fe 基单原子纳米酶强化长双歧杆菌已有的氧化酶系统。纳米酶的活性具有酸响应性，可在肿瘤区域特异性提高益生菌抗肿瘤短链脂肪酸的代谢与产量，优化其抗肿瘤作用。该益生菌-氧化纳米酶杂化材料在多种肠癌模型中均具有优异的肿瘤杀伤效果，在正常组织中保持良好的生物安全性。该研究为益生菌代谢调节提供了新方法。

肖海华

中国科学院化学研究所

博士，1983年生，湖南衡南人，中国科学院化学所海外引进杰出青年人才计划、湖南省芙蓉学者讲座教授，国家重点研发计划首席科学家，国家高层次人才特支计划。2012年博士毕业于中国科学院长春应用化学研究所，先后赴美国圣母大学（2012-2014）、麻省理工学院（2014-2017）从事博士后研究。2017年底回国并加入中国科学院化学研究所，担任高分子物理与化学国家重点实验室研究员、博士生导师。10余年来，肖海华研究员紧紧围绕生物医用材料和生物安全材料的研究主题，聚焦抗肿瘤、抗菌、抗病毒药物研究，设计合成了一系列生物医用高分子递送系统。针对肿瘤始终处于进化演化进程之中的临床现实，提出“靶向肿瘤进化的创新纳米药物”的创新探索研究；针对纳米药物作用机制不清的问题，提出“Nanomedomics”；新型冠状病毒疫情发生后，生物安全被提升至国家安全高度，成为我国国家安全的十六个组成部分之一。新材料、化学可为生物安全防御，切实全面维护我国国家安全、筑牢国家安全城墙，提供坚实的技术支撑。为此，肖海华研究员开展了“生物安全材料”和“生物安全化学”的研究，主张利用化学、新材料来设计新产品和装备，应对生物安全威胁和风险，切实维护国家安全。迄今为止，肖海华研究员已在Nat. Biomed. Eng.（1篇）、Nat. Commun.（2篇）、J. Am. Chem. Soc.（2篇）、Angew. Chem. Int. Ed.（4篇）、Adv. Mater. （14篇）、Adv. Funct. Mater.（3篇）、Chem（1篇）、Prog. Polym. Sci.（2篇）、Coordin. Chem. Rev.（1篇）等期刊上发表论文150余篇。近5年来，以第一或者通讯作者发表IF>10 论文50余篇，引用上9000次以上，H指数53。

高分子四价铂类药物及肿瘤进化靶向研究新方向

肖海华[1]，张凌谱[1]，梁刚豪[1]，肖海华[1,*]

1中国科学院化学研究所，北京市海淀区中关村北一街2号，100190

*Email: hhxiao@iccas.ac.cn

报告摘要：

金属铂类药物在临床上取得了巨大的成功，但是其毒副作用和耐药性限制了其进一步的应用。为此，人们发展了一系列新型四价铂前药及纳米四价铂载药体系。人们普遍认为这些载药体系可靶向传输四价铂药物至肿瘤部位并在肿瘤细胞内特异性还原释放出二价铂，进一步起到抗癌作用。然而，二价铂、四价铂小分子、纳米四价铂的分布、代谢、细胞摄取、亚细胞器分布有着明显不同，其分子机制不一定相同。为此，我们提出“Nanomedomics”的研究新概念，探究纳米铂类药物与小分子铂类药物分子机制的差异[1]。

肿瘤生物学研究表明肿瘤始终处于动态进化和演化的过程中，由于本身基因组的不稳定性，肿瘤细胞可在肿瘤内部的生存压力下进行自然选择，或在外来治疗压力（放射治疗、化学治疗、靶向治疗和免疫治疗）作用下，

继续产生基因突变并扩增，从而导致肿瘤的增殖、耐药和转移。因此，肿瘤治疗的药物应随着肿瘤的进化过程而变化。然而，现阶段的所有纳米药物的设计并未考虑到肿瘤进化的过程，无法实现对肿瘤进行动态打击。本报告将进一步讲述课题组提出的“进化纳米医学”的新概念，主张开发靶向肿瘤进化的高分子四价铂药物，即从肿瘤异质性和肿瘤进化出发，尽可能灵敏地、准确地、全面地了解和跟踪肿瘤在自然选择、治疗压力下出现的增殖、耐药、转移等过程中的进化特征，并基于这些进化特征设计纳米药物，能够有策略地、主动地、及时地动态调整药物及给药方案，最终在临床上结合其它多种治疗方法，力争把肿瘤控制为慢性疾病[2]。

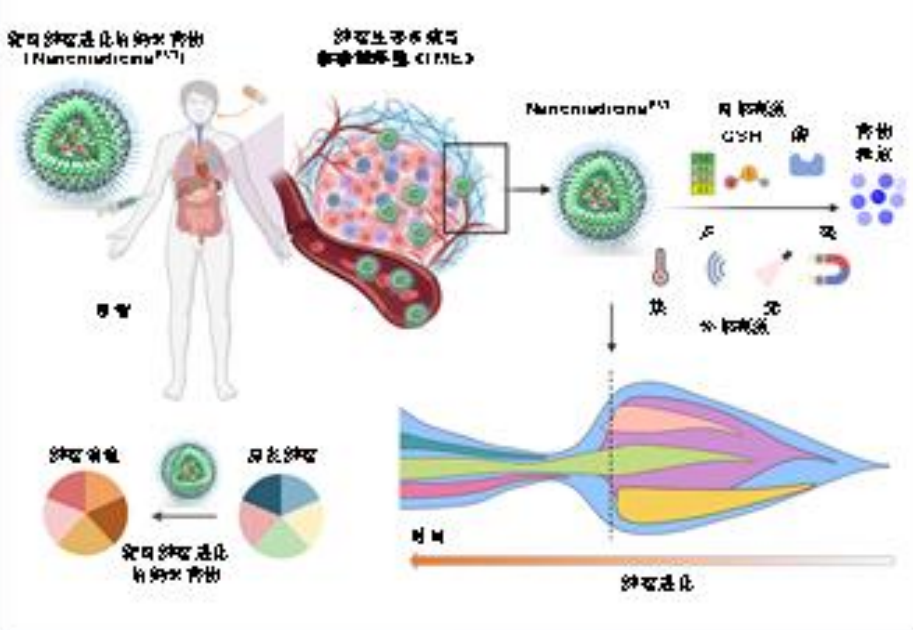


图1、靶向肿瘤进化的创新纳米药物的研究构想

杨建海

天津大学

天津大学材料科学与工程学院，教授，国家优秀青年基金获得者主要从事生物防污高分子材料的设计、制备以及生物医学应用研究，创建了基于氢键基团和两性离子基团的氢键交联生物防污可注射水凝胶，实现了其在人工玻璃体替代物、术后软组织防黏连、糖尿病皮肤修复、骨关节炎等医学领域中的应用；提出了构筑兼具生物矿化和抗菌性能的生物防污纳米复合材料的新策略，并应用于促进龋齿硬组织的再矿化；开发了以二硫键为主链的生物可降解两性离子聚合物，由此发展了免揭除的兼具抗菌、抗氧化和生物防污功能的皮肤修复贴片。以第一/通讯作者在Adv. Mater.、ACS Nano、Adv. Funct. Mater.、Adv. Sci.、Biomaterials、Bioact. Mater.、Mater. Horiz.等期刊发表SCI论文40余篇，获得授权国家发明专利15项，作为主要参与人，获得天津市自然科学二等奖1项。

两性离子聚合物结构设计及其生物医学医用

杨建海*，刘文广*

天津大学材料科学与工程学，jianhaiyang@tju.edu.cn

报告摘要：

两性离子聚合物是一类在重复单元上具有一对相反电荷的聚合物材料，它可以通过离子溶剂化作用与水分子发生强水合作用，而表现出优异的生物防污性能、抗冻性能和润滑性能。两性离子聚合物在血液接触设备、植入设备、抗菌涂层、伤口敷料、细胞冻存等生物医学应用领域获得广泛关注。本课题组建立了多种具有普适性的两性离子聚合物的构建方法，包括，1）利用氢键型单体丙烯酰甘氨酰胺（NAGA）与两性离子单体羧酸甜菜碱丙烯酰胺（CBAA）共聚制备了氢键交联的超分子共聚物可注射水凝胶，并应用于人工玻璃体替代研究； 2）将氨酯或脲基团与两性离子基团结合构建了强氢键型两性离子单体，通过水相自由基聚合制备了超纯的两性离子聚合物可注射水凝胶/弹性体，并应用于糖尿病皮肤修复和柔性传感器；3）首次以硫辛酸为起始原料合成了可生物降解的两性离子超分子聚合物，作为免揭除贴片，能够调控感染型糖尿病伤口局部微环境，促进糖尿病伤口愈合。

先进医用材料制造及产业发展未来

李涤尘

西安交通大学

西安交通大学机械工程学院长江学者特聘教授，博士生导师，机械制造系统工程国家重点实验室主任，国家药监局医用增材制造技术与评价重点实验室主任，兼任中国机械工程学会增材制造（3D打印）分会总干事。主要从事增材制造和生物制造方向的研究工作。获得国家技术发明二等奖1项，国家科技进步二等奖1项；省部级一等奖4项；“个性化骨替代物设计”获得首届“中国好设计”金奖；个人获得首届“全国创新争先”奖状。

生物组织器官 3D 打印技术发展与挑战

李涤尘

西安交通大学

精密微纳制造技术全国重点实验室

国家药监局医用增材制造器械研究与评价重点实验室

国家医学攻关（医工结合）产教融合平台

报告摘要：

21世纪是生命科学的时代，人体组织器官及其替代物是治疗组织器官缺损的重要产品，其设计制造技术是制造业面向人民健康发展的前瞻性交叉方向，为制造技术变革发展提供新机遇。目前，世界强国都在围绕这一方向开展基础研究与临床应用，研究人体组织器官设计制造如何与人体宿主组织融合这一方向的科学难题，其目的是实现人体组织器官功能的重建。报告通过我们20多年的研究，介绍在骨组织、软组织方面进展和科学认识、3D打印技术实现和临床应用。研究发明了骨植入物宏观外形与微孔结构的一体化仿生设计制造技术，2001年实现了国际首例钛合金个性化下颌骨植入物的临床应用。研发了聚醚醚酮（PEEK）聚合物3D打印装备，发明了一种以冷沉积为核心技术的3D打印方法，实现了聚醚醚酮材料结晶度与力学性能的连续可控调节，完成了全球缺损尺寸最大的个性化聚醚醚酮胸肋骨植入物临床应用，植入物在全国20多家医院临床应用300多例。面向软组织再生修复，提出了可降解柔性曲线多孔支架宏微结构的设计方法，研发了软组织植入物专用的小光斑、低能量微激光选区烧结工艺装备，阐明了体内支架降解过程中的结构-力学-组织生长的适配规律，实现了3D打印可降解乳房支架的国际首例临床试验。未来的难点和挑战是人体组织器官向活性动态和功能可变的制造技术，面向更高生命功能的心脑组织发展，这将突破传统的制造理念，向着结构智能和功能创生方向发展。

牟倡骏

威高血液净化制品股份有限公司

博士，正高级工程师。威高血液净化产业集团副总经理。山东省泰山产业领军人才、威海市产业工程特聘专家。曾任日本学术振兴会特别研究员。主要从事人工器官研究及血液净化类全线耗材与高端装备开发。主要学术兼职：中国膜工业协会医药生物用膜技术专业委员会副主任委员、中国膜工业协会工程与应用专业委员会委员、中华预防医学会肾脏病预防与控制专业委员会委员等。

血液透析材料的制造及产业发展

牟倡骏

山东威高血液净化制品股份有限公司

山东省威海火炬高技术产业开发区威高西路 7 号

changjun.mu@wego-healthcare.com

报告摘要：

血液透析是指利用膜分离技术，清除血液中的代谢废物和某些致病物质，同时保证血液内各种电解质的平衡，以达到治疗疾病的目的。血液透析器是血液净化治疗的关键，由血液透析膜、端盖和外壳等组成。血液透析膜是血液透析器中的核心部件，其性能是决定血液透析安全性与有效性的关键因素，它不仅影响血液与透析液侧溶质转运的效率，还影响机体的生物相容性反应。

山东威高血液净化制品股份有限公司（简称威高血净）是国内最早掌握中空纤维透析膜纺丝技术的企业之一。通过调节制膜工艺中各参数，可制造出不同目标膜内径、膜厚和膜孔径的中空纤维透析膜，实现对一定分子量物质截留的同时，提高通量。但目前，医用生物膜行业中，制膜的核心原材料绝大多数依赖进口。膜原材料（聚砜等）的国产化替代成为未来发展的必然趋势。

史玉升

华中科技大学

华中科技大学华中学者领军岗特聘教授。主要从事增材制造方面的研究，主持国家重点研发计划、两机专项、国家自然科学基金重点项目等20余项。现任国家发改委数字化材料加工技术与装备国家地方联合工程实验室（湖北）主任、科技部快速原型制造技术生产力促进中心（湖北）主任、中国航天科技集团有限公司增材制造工艺技术中心专家委员会主任、中国有色金属学会增材制造技术分会主任委员、中国材料研究学会增材制造材料分会主任委员等职务。获国家技术发明二等奖1项、国家科技进步二等奖2项、中国十大科技进展1项、中国智能制造十大科技进展1项、省部级一等奖11项。获全国创新争先奖状、中国发明创业奖特等奖暨当代发明家、十佳全国优秀科技工作者提名奖、国务院政府特殊津贴、武汉市科技重大贡献个人奖、湖北省五一劳动奖章等荣誉。领导的团队入选湖北省和教育部创新团队。

聚醚醚酮激光选区烧结增材制造技术及临床应用

史玉升

华中科技大学材料学院

报告摘要：

聚醚醚酮（PEEK）具有优异的生物相容性、力学特性和影像学兼容性，已逐渐取代医用不锈钢和钛合金，成为备受瞩目的医用材料。但传统方法难以实现复杂和个性化PEEK医用植入物的制造，为此，本报告介绍了华中科技大学史玉升团队在激光选区烧结（SLS）增材制造PEEK多孔支架方面的研发及临床应用成果，包括PEEK的高温SLS装备、高温SLS成形工艺、多孔支架的结构设计方法、多孔支架的生物改性方法，最后以椎间融合器为例，介绍了临床应用情况，并展望了未来的发展趋势。

孙伟

清华大学

清华大学机械工程系国家特聘教授；现任清华大学 “生物制造与体外生命系统工程”科技部/教育部111交叉创新引智基地主任，清华大学机械系生物制造工程中心主任；北京市生物制造及快速成形重点实验室主任， 国际生物制造杂志Biofabrication主编，中国机械工程学会生物制造专业委员会现任主任委员。 研究领域包括三维生物打印，生物制造，组织工程，先进增材制造等。 孙伟教授共发表SCI论文250+篇，SCI总引20000+次，授权专利70+项， 邀请国内外专题报告450+次。 获英国皇家工程院杰出访问学者奖（2018）， 南洋理工大学访问学者奖（2018-2020），国际生物制造学会首任杰出科研奖（2017）， 美国弗吉尼亚理工学院MII/Fralin访问学者奖（2015）等。

生物材料 3D 打印及在类器官和器官芯片应用

孙伟

清华大学机械系， 北京清华大学， 100084

weisun@tsinghua.edu.cn

报告摘要：

生物3D打印将生物材料、细胞/蛋白质/DNA等生物单元按仿生形态学，生物结构或生物体功能，细胞特定环境等用3D打印的技术手段制造具有功能性的体外三维生物模型，在组织工程、医疗器械、癌症研究、药毒理检测和体外生命系统构建等领域有着重要的应用前景。 此报告就生物材料3D打印的技术进展及在类器官和器官芯片的构建应用就本人和团队的有关工作做一汇报， 并对其工程和生物交叉学科中的科学问题做一个人观点探讨。

曹晓东

华南理工大学

博士，华南理工大学（国家人体组织功能重建工程技术研究中心）教授、博士生导师，教育部新世纪优秀人才，中国生物材料学会理事，中国生物材料学会先进制造分会主任委员，中国生物医学工程学会生物材料分会副主任委员，入选斯坦福大学“全球前2%终身影响力顶尖科学家” 榜单。2005年毕业于武汉大学化学与分子科学学院，获博士学位；2005-2010年，先后在加拿大联邦政府农业食品部、新加坡南洋理工大学和美国北卡州立大学担任博士后研究员。目前主要从事生物医学3D打印及应用，功能化骨、软骨、椎间盘、皮肤、神经组织再生修复材料的构建及其生物适配分子机制等方面的研究。相关研究成果已在Adv. Funct. Mater., Angew Chem Int Ed，Bioact. Mater.等国际重要学术期刊上发表论文160余篇，Google Scholar检索他引超过10000次，H因子51，申请中国发明专利50余件，其中26件已获授权，参与编著3本。主持包括国家科技部“十三五”、“十四五”重点研发计划课题、国家自然科学基金面上项目（5项）、广东省重点领域研发计划项目等20余项。

新型生物活性玻璃的研究及转化

曹晓东[*,1,2]，戴旗远[1,2]，朱双丽[1,2]，姚珑涛[1,2]

1华南理工大学材料科学与工程学院、广东广州、510641

2华南理工大学国家人体组织功能重建工程技术研究中心、广东广州、510006

*Email: caoxd@scut.edu.cn

报告摘要：

基于溶胶-凝胶技术开发的新型生物活性玻璃因其组分均一、比表面积高、易掺杂微量元素、生物活性高、降解性可控等特性，已成为科学研究和医疗器械开发的主要方向。本研究团队近期从微量元素掺杂的新型生物活性玻璃及其复合材料的制备，到其在骨组织修复、慢性创面修复、止血等领域应用研究，再到新型生物活性的规模化制备及医疗器械产品研发开展了相关工作。

1．负载掺铜生物活性玻璃的3D打印双交联水凝胶支架具有增强的力学强度，良好的细胞相容性和适宜的孔隙率，适宜于血管长入，在大鼠的颅骨缺损模型中表现出增强的血管化骨再生效果。

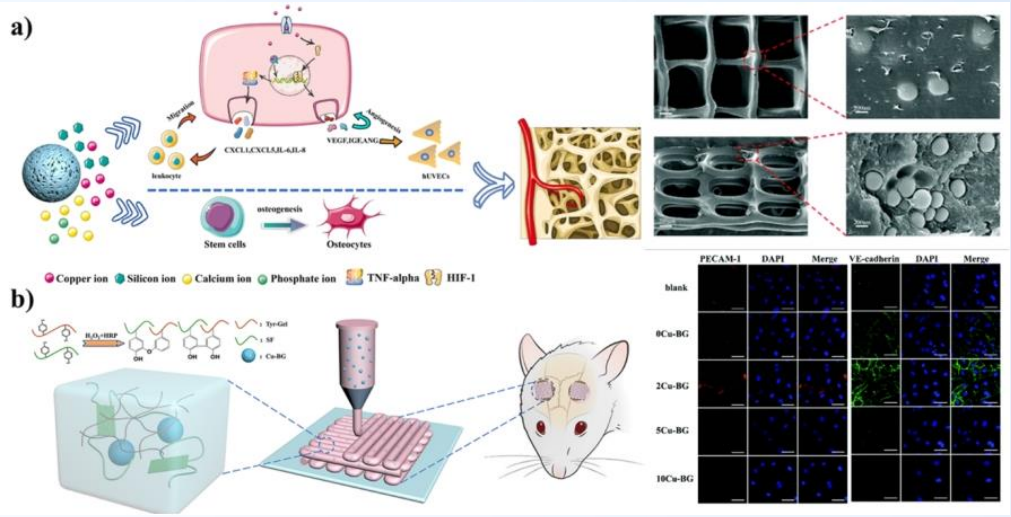


Figure 1. 3D printing Cu-BG hydrogel promotes bone regenration[1]

2. 通过苯硼酸改性透明质酸、季铵盐改性壳聚糖制得水凝胶，然后引入含镁生物活性玻璃赋予水凝胶生物活性。纳米复合水凝胶具有良好的可注射、自适应性、自愈合、组织粘附、抗菌、抗炎功能，实现对糖尿病创面的智能化治疗。

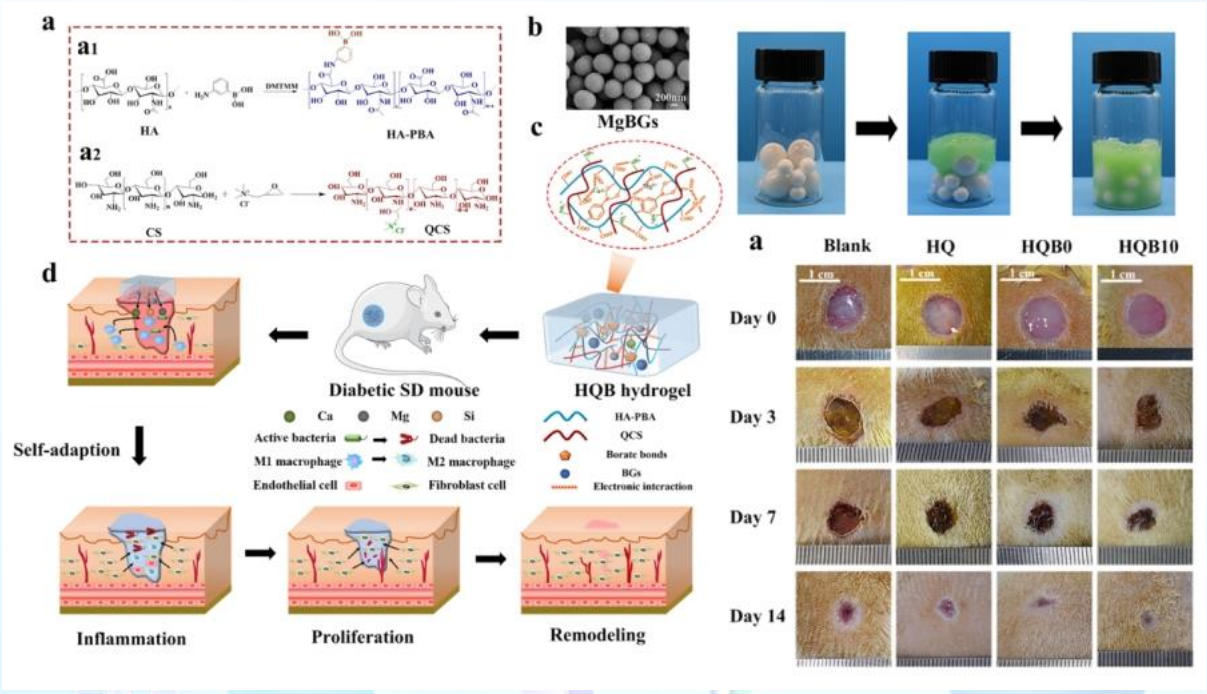


Figure 2. Engineered multifunctional nanocomposite hydrogel dressing to promote vascularization and anti-inflammation for diabetic wounds[2]

3. 以季铵盐壳聚糖和介孔生物活性玻璃为主体材料，在低温下通过戊二醛交联得到复合冷冻凝胶。冷冻凝胶具有良好形状记忆性、抗菌、止血性能以及生物活性。在大鼠肝脏的针刺模型和穿透模型（不可压缩出血）表现出显著减少的出血量和缩短的止血时间。

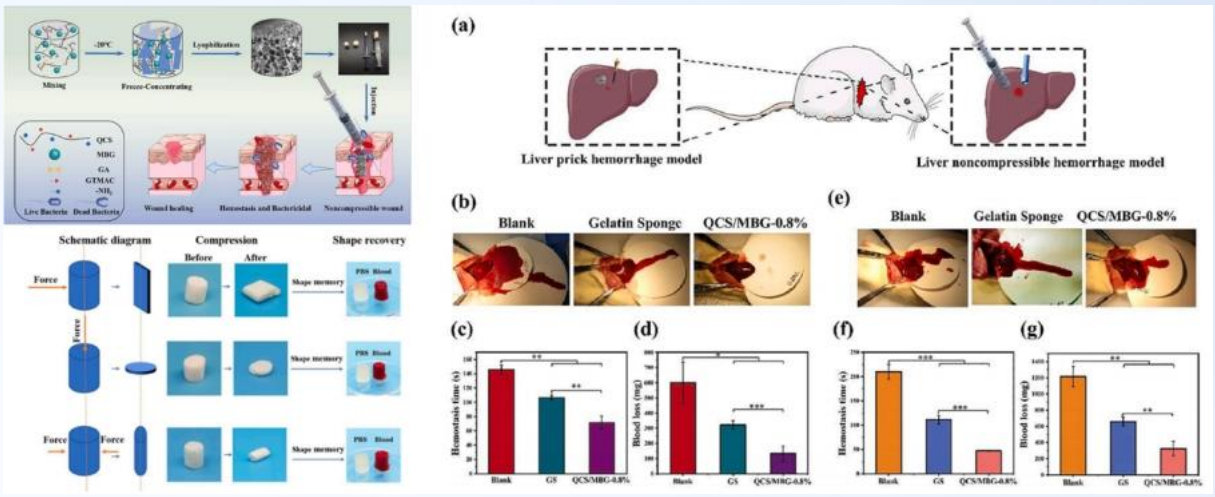


Figure 3. A shape memory and antibacterial cryogel with rapid hemostasis for noncompressible hemorrhage and wound healing [3]

4. 新型生物活性玻璃在科学研究中已展现出优异的组织再生修复作用，具有广泛的医学应用前景，但其实验室克级制备规模限制了其医疗器械产品研发。本研究团队通过设计新型生物活性玻璃产业化生产工艺路线，解决了陈化温度场和反应浓度场均衡等关键技术难题，攻克了新型生物活性玻璃规模化生产，实现了年产量吨级的新型生物活性玻璃原材料制备，为高端医疗器械产品的开发提供了稳定优质原材料。

Figure 4. Large-scale production of novel bioactive glass

5. 基于规模化制备的新型生物活性玻璃，本研究团队研发了生物活性骨修复产品、面部再生填充产品、齿科骨粉产品等三类医疗器械产品。

Figure 5. Development of novel bioactive glass products

邓红兵

武汉大学

生物质纤维材料及其在大健康领域的应用

邓红兵

武汉大学

* hbdeng@whu.edu.cn

报告摘要/Abstract：

生物质资源大量浪费，每年秸秆产量 9 亿吨，但利用率不到四成；虾蟹壳也被大量丢弃，其中的纤维素、甲壳素资源丢弃造成了极大环境污染和资源浪费，与国家加快构建废弃物循环利用体系的战略部署存在较大差距。生物质纤维作为生物质重要的存在形式，来源广泛，生物相容性好，官能团丰富，天然可降解。更为重要的是，生物质纤维是细胞外基质的重要结构支撑和关键骨架，在生物医用材料领域发挥着越来越重要的作用，由此可见，生物质纤维是生物医用纺织材料理想的原料。本研究围绕生物质纤维拓扑结构调控及其三维体型材料的精细结构组装，制备了系列生物质纤维材料，在创面修复、药物控释、心肌修复、骨修复和体内毒素去除等领域开展了大量的应用工作，获得三类医疗器械注册证 1 件，部分产品正在进行临床试验。

何创龙

东华大学

教授、博士生导师。现任东华大学生物与医学工程学院副院长，上海纳米生物材料与再生医学工程技术研究中心副主任，东华大学生物制造与组织再生课题组负责人。主要从事生物医用材料、医疗器械和生物制造等领域的教学和科研工作。获上海市自然科学奖、桑麻奖教金、中国纺织工业联合会纺织高等教育教学成果等奖项。主持科技部重点研发计划、国家自然科学基金等项目30多项；在Advanced Materials等国内外重要学术期刊上发表学术论文230多篇，被引用1万多次，H指数为59；获授权国家发明专利35项，与企业合作开发了丝素蛋白可吸收再生修复膜、生物活性玻璃创面敷料等多项产品；先后入选Elsevier中国高被引学者榜单、全球学者库“全球顶尖前10万科学家”榜单、斯坦福大学发布全球前2%顶尖科学家榜单“年度科学影响力排行榜”和“终身科学影响力排行榜”。为国际华人骨研学会终身会员。担任中国生物材料学会理事兼骨修复材料与器械分会副主任委员、上海市生物医学工程学会生物材料专业委员会副主任委员、中国解剖学会血管分会副主任委员、中国医药教育协会医用生物材料与技术专业委员会副主任委员、中国介入医学产业技术创新联盟常务理事、中国骨质疏松防治联盟创始理事、上海市康复医学工程研究会常务理事、中国机械工程学会生物制造工程分会常务委员、中国医药生物技术协会3D打印技术分会生物材料学组副组长等职务。担任国际期刊Composites part B: Engineering助理编辑、Smart Materials in Medicine编委和ACS Biomaterials Science & Engineering顾问编委。

电活性骨修复材料

何创龙

东华大学生物与医学工程学院 *hcl@dhu.edu.cn

报告摘要：

近年来，电活性材料（包括导电材料、压电材料和摩擦电材料）被大量用于骨缺损修复并展现出了良好的生物学效应和生物安全性。尽管电活性材料越来越多地应用于骨缺损修复，但依然面临以下三个挑战：（1）未能实现无源原位电刺激。传统的电活性材料普遍使用外部设备如医用超声治疗仪和外用电源来实施电刺激，在临床上需要进行多次使用才能获得较好的修复效果，这增加了患者的时间和经济成本；（2）未能参与整个骨缺损修复过程。骨缺损修复过程主要包括早期免疫微环境调控、干细胞成骨分化和晚期细胞外基质矿化三个阶段。目前的修复手段大多同时参与其中的两个过程如免疫和成骨。电刺激已被证明对免疫微环境、干细胞成骨分化以及生物矿化具有很好的调控效果，但是目前还没有使用电活性材料调控整个骨修复周期的相关研究；（3）缺乏微创植入能

力。当前的电活性材料主要分为陶瓷和聚合物两大类，大部分基于上述材料制备的骨修复支架缺乏微创植入能力。针对以上问题，本课题组在原理探究、结构设计和材料应用三个方面展开研究，取得了阶段性的研究成果，主要包括：（1）开发了一种4D打印无源自供能复合支架，证实其具有无源原位电刺激能力；（2）开发了一种具有全周期成骨活性的4D打印电活性支架，能够同时参与整个骨修复周期（包括早期免疫微环境调控、干细胞成骨分化和晚期细胞外基质矿化）。以上研究成果初步实现了电活性材料的原位自供能，全周期成骨和微创植入，为电活性材料骨缺损修复应用提供了全新和高效的修复策略。

解慧琪

四川大学华西医院

教授，博士生导师，四川大学生物治疗全国重点实验室干细胞与组织工程研究中心主任，华西医院骨科研究所副所长，教育部长江学者特聘教授、四川省学术和技术带头人，首届转化医学创新奖获得者，国家重点研发计划项目负责人。长期从事临床导向的组织工程细胞外基质材料的研究和转化，包括国家重点研发计划、自然科学基金等在内的30余项课题，以第一/通讯作者发表学术论文120余篇，主编专著1部，参编10余部。她作为第一发明人获批国家发明专利30余项，多项研究成果成功转化，已有5项产品获得国家药品监督管理局三类医疗器械注册证，广泛用于临床。

临床导向细胞外基质材料的组织工程研究与转化

解慧琪

四川大学华西医院

E-mail：xiehuiqi@163.com

报告摘要：

我国每年因创伤、疾病等造成的组织缺损或功能障碍患者数量居世界前列，对于组织或器官修复材料的需求巨大，然而满足临床需求的修复材料产品稀缺。细胞外基质（Extracellular matrix，ECM）材料是以异体或异种组织为原料，通过特殊的物理、化学或生物方法去除细胞成分而制备的生物支架，具有良好的生物相容性，有利于促进损伤组织修复。但作为生物来源支架，ECM 材料的研制与开发仍面临免疫原性物质去除与生物活性物质保留之间难以平衡；难以适应特殊修复环境；难以匹配器官的复杂结构和功能等共性难题和挑战。本人及课题组团队历时 20 余年，建立了 ECM 材料关键技术体系，开展以临床为导向的组织工程ECM材料研制与优化研究，以及ECM材料的临床转化与应用研究。

孙永富

上海恺皓科技有限公司

上海恺皓科技有限公司副总经理兼技术总监。浙江大学生物医用大分子研究所材料科学与工程博士。2年国内口腔龙头企业工作经验，曾任时代天使集团材料研发主管，负责搭建时代天使材料研发团队，制定矫治器材料性能表征测试体系及行业标准等。5年知名外企齿科领域工作经验，曾任3M OCSD高级研发工程师，负责齿科/隐形正畸产品的产品开发、研发验证等技术工作。2年高端民营口腔公司工作经验，曾任技术总监、公司合伙人，负责隐形正畸矫治器产品开发。

Issues of Precision Cut on non-rigid materials

孙永富

上海恺皓科技有限公司

报告摘要：

“Precision cut” is designed as a notch along the edge of the aligner, and orthodontic elastic is hung on the notch as well as the opposite aligner to produce a traction force of 0.3N-1N. The notch creates a stress weak area that can cause plastic deformation of the material in the local area under traction or improper removal and wearing of aligner, resulting in disfunction or even oral soft tissue injury (as shown in Fig. 1).

The risk of plastic deformation in the stress weak area is highly correlated with the stiffness of the aligner material (i.e., elastic modulus). The softer the aligner material, the more prone to plastic deformation it is, while the harder the aligner material, the stronger of its resistance to plastic deformation. Therefore, we generally do not recommend using “Precision cut” features on materials with elastic modulus below 1500 MPa. There have also been many clinical failure cases of this structure in Invisalign aligners. Based on our experience, we recommend using “Precision cut” features on materials with a tensile modulus higher than 1800 MPa, and the material thickness of the aligner edge after thermoforming should not be less than 0.3mm.

On a certain aligner material, the structural strength of the weakened area by the “precision cut” can also be improved by optimizing the placement angle of the “Precision cut” feature, thereby reducing the risk of plastic deformation in this localized area. The placement angle of the “Precision cut“ feature should be as perpendicular as possible to the edge of the appliance (as shown in Fig. 2).

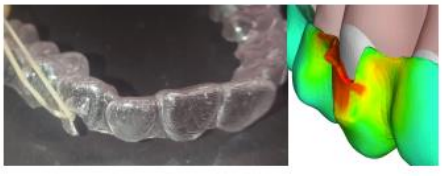


Fig. 1 A simulated demonstration of plastic deformation on the "precision cut" under traction force by elastics

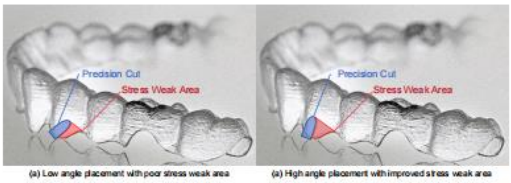


Fig. 2 "Precision Cut" Placed with different angles

王金武

上海交通大学

医学博士，上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科主任医师，上海交通大学医学院教授博导及博士后导师。十三五和十四五科技部二个国家重点研发计划首席科学家，俄罗斯自然科学院国际外籍院士，第五届“卓越建树”人民名医。转化医学国家重大科技基础设施（上海）创新医疗器械注册研究与临床转化服务中心主任、数字医疗与生物3D打印实验室主任，数字医学临床转化教育部工程研究中心副主任，民政部智能控制与康复技术重点实验室副主任，中医智能康复教育部工程研究中心副主任，中华医学会上海市数字医学专科分会候任主任委员，中华医学会数字骨科创伤与关节委员会副主任委员，上海市优秀技术带头人，上海市卫健委骨与关节康复医学科重点学科带头人，上海市临床康复领军人才，上海市康复医学工程研究会理事长，上海康复辅具与老年福祉产业技术创新战略联盟副理事长兼秘书长，中华医学会医学工程学分会数字骨科专委会副主任委员等。长期致力于骨关节外科、数字医学、骨关节生物3D打印及骨科康复领域，生物3D打印项目获《Nature》专题报道。先后承担了包括十三五、十四五科技部重点研发计划、科技部“863”“973”子课题等国家级课题10项。获得国内首张3D打印医疗器械注册证，牵头制定国内首个生物3D打印标准和3D打印康复辅具标准等14项医疗器械标准。参编专著19部，主编或者副主编专著12部、主译及副主译各1部，第一作者或通信作者发表包括Nature与Science旗下子刊等高质量论文100余篇。　　获颁科学中国人（2016）年度人物，以第一完成人获得2022年度上海市技术发明一等奖，荣获教育部科学技术一等奖、上海医学科技一等奖、上海康复医学科技一等奖、中华医学科技进步一等奖、江苏医学科技奖、吉林省科学技术一等奖等。

生物 3D 打印在骨关节外科和药物筛选领域的最新进展与临床转化

王金武

上海交通大学医学院附属第九人民医院　邮箱地址wangjw@sjtu.edu.cn

报告摘要：

生物3D打印技术，作为一种前沿的制造技术，正逐步改变医疗健康领域的面貌。特别是在骨关节外科和药物筛选这两个关键领域，生物3D打印技术展现出了前所未有的潜力。通过精确复制复杂的生物结构，这项技术为个性化医疗和高效药物开发提供了新的可能性[1]。随着材料科学、生物工程和计算机技术的不断进步，生物3D打印正从实验室研究走向临床实践，为患者带来更精准、更有效的治疗方案。生物3D打印技术在骨关节外科的应用：在骨关节外科领域，生物3D打印技术的应用主要集中在定制化植入物和组织工程支架的制造上。利用患者自身的细胞和生物相容性材料，3D打印技术能够制造出与患者骨骼结构完美匹配的植入物，这不仅提高了手术的成功率，也加速了患者的恢复过程[2]。例如，3D打印的钛合金关节植入物已经被用于治疗关节疾病，其精确的结构设计能够减少术后并发症，提高患者的生活质量。此外，3D打印的软骨和骨组织模型也被用于模拟复杂的关节手术，

帮助医生在实际操作前进行精确的规划和练习，从而提高手术的精确度和安全性[3-4]。生物3D打印技术在药物筛选领域的应用：在药物筛选方面，生物3D打印技术的应用同样令人瞩目。通过创建复杂的人体组织模型，这项技术能够模拟真实的生理环境，用于测试新药物的安全性和有效性。传统的二维细胞培养模型往往无法准确反映药物在体内的复杂作用机制，而3D打印技术则能够构建包含多种细胞类型和血管网络的微型组织，这些组织能够更准确地模拟药物在体内的分布和作用，从而提高药物筛选的效率和准确性[5]。例如，3D打印的肝脏模型已经被用于测试药物的代谢和毒性，这有助于减少临床试验中的不良反应，加速新药的研发进程[6]。

生物3D打印技术在骨关节外科和药物筛选领域的应用前景广阔，通过持续的技术创新和有效的临床转化策略，这一技术有望在未来几年内实现更广泛的商业化和临床应用，从而为患者带来更高效、个性化的治疗方案。随着技术的不断成熟和应用的深入，生物3D打印将成为医疗健康领域的一个重要支柱，为人类健康事业做出更大的贡献[7-8]。

王恺

南开大学

1985.03.16出生，中共党员，博士，南开大学生命科学学院研究员，博导。国家优秀青年基金获得者，天津市“131”第三层次创新型人才，入选天津市重点培养专项。主要从事生物活性人工血管构建的研究工作。主持纵向项目10项，横向项目4项。以第一或通讯作者在Sci Adv、Nat Commun、Adv Mater、Adv Sci、Biomaterials、Bioact Mater等期刊发表论文40余篇，授权中国发明专利14项。任中国解剖学会血管分会常务委员，中国研究型医院学会肾脏病学专业委员会常务委员，中国生物材料学会生物学评价分会委员。一项人工血管专利技术在领博生物科技（杭州）有限公司实施转化，正在进行晚期肾病患者人工血管血透通路建立临床试验。

生物活性人工血管的构建与转化

王恺*，孔德领

工作单位：南开大学； *邮箱地址：013053@nankai.edu.cn

报告摘要：

血管移植是治疗心血管疾病的有效手段。在临床上，心脏搭桥、外周血管病变和血液透析血管通路建立都急需直径小于6毫米的小口径人工血管。然而，小口径血管容易发生急性凝血和内膜增生，导致再狭窄和堵塞发生率高，因此，国内外至今没有临床可用的小口径人工血管。

功能性血管内皮与平滑肌的是维持血管通畅与稳态的基石。支架材料可通过多种生化或物理因素调控细胞增殖、迁移、功能状态等行为。为此，本人基于原位组织工程的策略，分为两个材料体系开展研究：1）制备合成聚合物材料的人工血管，通过结构设计和活性修饰促进血管通畅与再生；2）细胞外基质材料具有更理想的组织再生活性，通过体内组织工程手段构建了细胞外基质活性人工血管，实现了大动物体内植入后的长期通畅与功能再生

通过不断优化，本人构建了一系列具有诱导血管组织再生能力的生物活性人工血管材料，阐明了材料结构、活性修饰与细胞外基质活性对人工血管再生的调控机制，实现了人工血管在大动物体内的功能再生与长期通畅。其中一项人工血管制备技术正在进行科研成果转化，已经启动晚期肾病患者人工血管血液透析通路建立临床试验。

杨大鹏

康复大学

生物基（稻壳/贝壳）抗菌筷子

杨大鹏

康复大学*， 邮箱地址：yangdapeng@uor.edu.cn

报告摘要：

筷子作为一种重要的进食工具，因其材质的不同，与我们的健康有着密切关系。随着生态理念、环境保护和可持续发展意识的提高，制造一双理想的筷子应该具有原料来源广泛、资源可持续性、制造过程低碳、优异的性能等。在本项目中，我们利用大宗农林和海洋废弃物（稻壳，牡蛎壳）作为原材料，添加可见光催化剂稻壳碳/ZnO作为活性抗菌成份，并辅以生物基胶粘剂（木薯粉，壳聚糖等），通过系列工艺规模化制备了高效抗菌性（对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的有效抑菌率达到99%以上）、全生物降解性（使用后老化，堆填180天）、可再生性的健康筷子产品。与目前的塑料筷子相比，我们制造的生物基抗菌筷子产生了较少的二氧化碳排放，成本低廉，且对环境友好。以非粮生物质为原料通过技术手段生产生物基材料，不仅可实现废弃生物质的高值化利用，而且能够有力支撑“双碳”战略目标的实现，为人类健康保驾护航。

袁媛

华东理工大学

可注射聚乙二醇化聚癸二酸甘油酯/磷酸钙基骨水泥

袁媛

华东理工大学 *yyuan@ecust.edu.cn

报告摘要：

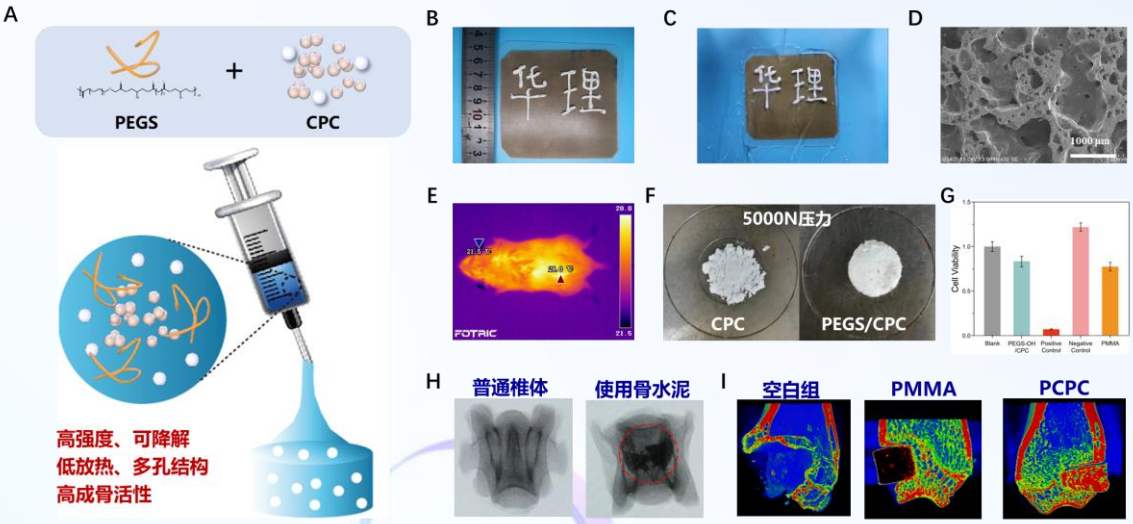
由疾病、创伤、老龄化导致的椎体压缩性骨折、髋关节骨折、骨肿瘤等复杂骨组织缺损发病率居高不下。在临床微创治疗中，可注射骨水泥凭借创伤小、操作简单、易于填充缺损部位，在结构复杂的骨缺损修复领域需求巨大[1,2]。目前常用的可注射骨水泥主要是聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）骨水泥和磷酸钙骨水泥（CPC），虽然它们具备难以替代的优势，但也存在无法解决的顽疾，因此作为无可奈何的选择而被谨慎使用[3]。

PMMA 骨水泥在 1951 年即被用于临床髋关节假体固定，并凭借优异的可注射性与高模量占领了大量市场份额，成为临床椎体成形材料的“金标准”。然而，随着临床需求提升，PMMA 难降解、模量过高、高温放热、操作性差等弊端逐渐暴露[4-6]。另一方面，基于磷酸钙盐复合体系的 CPC 骨水泥被研制，并凭借优异的生物相容性与可降解性被用于临床骨缺损修复[7]。同时，CPC 不仅固化过程无明显放热，还可作为钙磷源，促进骨修复。但 CPC 各个晶体间的内聚力弱，在应力或水流冲击下易破坏，从而导致骨水泥碎裂、溃散[8,9]。因此，开发新的骨水泥产品，使其同时满足生物活性、可降解性、可注射性以及匹配的力学性能等要求，具有重要的临床价值与研究意义。

聚乙二醇化聚癸二酸甘油酯（PEGS）是近年来发展的新型聚酯高分子材料，具有良好的弹性、亲水性和生物相容性，相关产品于 2020 年经 FDA 批准被用于临床。本研究将 PEGS 与 CPC 进行复合，通过类聚氨酯反应，制备 PCPC 可注射骨水泥（图 1A）。研究发现，该骨水泥具有良好的可注射性，可以任意塑形（图 1B）。固化后，高弹高韧的有机网络为骨水泥提供了强大的内聚力，有效解决了 CPC 抗溃散性差的弊端，即使是在水流的冲击下，也能维持原有的形态（图 1C）。通过扫描电子显微镜（SEM）观察发现，骨水泥内部呈多孔结构，有利于组织长入与物质交换（图 1D）。相比于 PMMA 严重的放热问题，PCPC 固化反应温和，固化温度与生物体温基本一致，不会产生过高的温度造成组织烧伤（图 1E）。更重要的是，考虑到 PMMA 强大的刚性常常导致临椎病，PCPC 凭借着 PEGS 的高弹性呈现出良好的应力缓冲作用，在 5000 N 的压力下仍然不会出现破碎现象，可以从根本上解决使用过程中的应力集中问题（图 1F）。依据国标《GB/T 16886》对骨水泥的生物相容性进行了检测，结果表明 PCPC 具有良好的细胞相容性，完全满足国家对临床第三类医疗器械的

规定（图 1G）。此外，该骨水泥还能在山羊椎体里呈现出清晰的显影效果，经脊柱外科医生评判，PCPC 在射线下边界清晰、衬度明显，符合临床对椎体显影的要求（图 1H）。最后比较了 PCPC 与 PMMA 的体内成骨性能，从 CT 照片可直观地看到，PMMA 由于不可吸收，明显地阻碍了成骨过程，而 PCPC 为成骨提供了丰富的钙磷盐，骨组织基本实现了完全修复（图 1I）。

综上所述，对 PMMA 与 PCPC 性能进行归纳对比（图 1J）。由于固化机理不同，PCPC 具有比 PMMA 更加适用的临床操作性。同时，通过有机无机复合，PCPC 在基本不降低强度的前提下，表现出良好的弹性，预防了临椎病，解决了二次骨折问题。并且，PCPC 固化温和、可降解吸收、具有高成骨活性，可直接或作为载体用于临床椎体成形术。PCPC 的成功研制，将有望在临床椎体修复领域打破 PMMA 的常年垄断，对椎体成形术的技术升级、临床质量方案的创新具有丰富的现实意义。



J

材料	可操作时间	固化时间	抗压强度	抗弯强度	最高温度	降解性	成骨活性
PMMA	5 min	3-15 min	70 MPa	50 MPa	~70 ℃	不降解	惰性
PCPC	120 min	25 min	67.44 MPa	37.72 MPa	室温±1 ℃	降解可控	活性

图 1 可注射 PCPC 骨水泥的制备与性能

周广东

上海交通大学

上海交通大学医学院附属第九人民医院教授，研究员，博士生导师，组织工程国家工程研究中心常务副主任，上海市组织工程研究重点实验室主任，国家十三五重点研发项目首席科学家，多项国家863、973项目/课题负责人，教育部新世纪优秀人才，泰山学者特聘教授，上海市优秀学科带头人，上海市医学领军人才。主攻骨软骨再生核心技术及其临床转化研究25年，在软骨/骨再生核心技术、组织再生调控机制、微环境仿生模拟、大动物缺损修复、再生技术临床应用及产业转化等多个领域做出了卓越贡献，在国际上率先实现了关节、耳、鼻、鼻甲、睑板、气管、唇腭裂以及各类颅面部畸形等多种骨软骨缺损与先天畸形再生再造修复重建的临床转化突破，开创了活体组织再生再造全新治疗模式，在国内外组织工程与再生医学领域产生了重大影响，全面带动了干细胞、组织工程及再生医学系列核心技术的临床应用与产业转化。主持完成国家重点研发项目(1项，首席)、973计划(2项)、863计划 (3项)、自然科学基金(8项)等40余项国家级省部级课题及人才培养计划。累计已发表SCI论文180余篇，其中10分以上SCI论文40余篇，总IF>1300分；参编专著9部(含国际1部)；申请国家技术发明专利80余项；国际学术会议特邀发言及大会发言50余人次。获国家技术发明二等奖、山东省科技进步一等奖、中国生物材料学会科学技术一等奖、中国康复学会科技进步一等奖、上海市科技进步二等奖、上海市医学科技一等奖、上海市康复医学科技二等奖、上海国际工业博览会创新奖等多项科技成果奖励；获教育部新世纪优秀人才、泰山学者特聘教授、上海市优秀学科带头人、优秀技术带头人、医学领军人才、曙光学者、青年科技启明星（含跟踪）、优秀青年教师、上海交大晨星学者等18项人才培养计划；获全国卫生系统青年岗位能手、上海市卫生系统银蛇奖、优秀青年教师、新长征突击手、卫生局先进工作者等10余项个人学术荣誉称号。

骨软骨再生核心技术及其在颌面部缺损与畸形修复重建中的应用

周广东

上海交通大学医学院附属第九人民医院-上海市组织工程研究重点实验室

guangdongzhou@126.com

报告摘要：

颌面部组织缺损与畸形是临床极为常见疾病，严重影响患者生理功能、容貌及心理健康。目前临床常用的自体组织移植/人工假体替代等治疗存在创伤大、免疫排斥、无生物学功能等固有弊端，因而缺乏有效稳定的理想治疗方法。如何获得数量充足、形态强度可控的自体活体骨软骨移植物是治疗成功的关键，也是国际公认临床难题。本团队在系列国家级省部级重大课题资助下，自1999年至今历时24年，深耕骨软骨再生核心技术攻关及其临床转化研究，成功创建了活体组织再生再造全新治疗模式，实现了颌面部骨软骨缺损与畸形修复重建技术“从组织移植到再生再造”的革命性变革，取得了诸多重要成果，实现了系列重大核心技术创新与临床转化突破。

1. 解决了种子细胞来源、支架材料炎症反应、异位组织再生稳定性等关键科学问题和国际瓶颈难题，实现了活

体骨软骨体内外稳定再生

以影响骨软骨再生关键因素为切入点，整合种子细胞大规模扩增与定向诱导分化、天然可降解材料仿生制备、骨软骨再生微环境精准模拟、病理微环境矫治、半通透电纺膜免疫隔离等多种创新策略及调控技术，全面解决了种子细胞来源、支架材料炎症反应、异位骨软骨再生稳定性等国际公认瓶颈难题及关键科学问题，实现了活体骨软骨组织体外及体内异位/异体稳定再生。

2. 攻克了形态强度控制、体外活体组织制备、临床前大动物模型有效性等应用技术难题，建立了国际领先的骨软骨再生核心技术体系

以颌面部骨软骨缺损畸形修复临床需求为导向，整合激光扫描、计算机辅助设计、钢筋-混凝土设计、生物3D打印、生物反应器、体外定向诱导培养等系列自主创新技术，成功建立了多种形态、高强度活体骨软骨体外构建核心技术，并证实体外构建的骨软骨移植物再生修复大动物骨软骨缺损模型的可行性、有效性和长期稳定性，已彰显出切实可行的临床转化前景。

3. 创建了临床级活体组织制备产业转化平台，实现了多项活体骨软骨再生技术临床转化突破

以干细胞临床治疗管理规范为依据，组建了高标准的活体组织制备GMP生产车间及质控平台，获得了种子细胞及支架材料中检院安全性认证，建立了标准化、全流程无菌管控的生产质量管理体系，实现了临床级活体组织产业化制备技术突破与创新。以此为基础，整合皮肤扩张、显微外科等修复重建技术，成功实现了组织工程耳再造、鼻再造/鼻整形、睑板缺损再生修复、唇腭裂畸形矫治、半侧颜面萎缩畸形矫治、颌面部可注射微整形、颅骨/下颌骨缺损再生修复、空鼻综合征鼻甲重建等多项活体骨软骨再生技术的临床转化突破，部分临床转化成果已申报创新医疗技术临床准入，开创了活体骨软骨再生再造全新治疗模式。

本团队研究系列核心技术及临床转化成果已在沪、京、鲁、浙、豫、苏、云、蒙等全国多省市推广应用，总病例数220例。项目系列科技创新及临床转化突破得到了Biomaterials等多名国际权威杂志主编、本领域国际学会主席以及多名院士的高度评价：该项目团队为组织工程与再生医学领域的开拓者和引领者，创立了活体组织再生再造全新治疗模式，实现了组织缺损与畸形修复重建技术“从组织移植到再生再造”的革命性变革。项目成果适合疾病种类多，受益患者群体巨大，推广应用前景广阔，社会经济效益显著。

暴国

国家卫生健康委科学技术研究所

中共党员，1985年8月出生，生物医学工程博士、副研究员，硕士研究生导师，2012年入职国家卫生健康委科学技术研究所实验动物中心，2015-2019年博士就读于北京协和医学院生物医学工程专业，期间进入北京大学郑玉峰教授课题组学习。主要研究方向为生物材料在生殖健康领域的应用。作为课题负责人主持研究国家自然科学基金面上项目一项和国家公益性科研院所基本科研业务费专项重点项目两项；同时作为课题参与人参加科技部国家重点研发计划和北京市自然科学基金项目等项目的研究。另外作为主要起草人参加了国家标准一项和两项北京市地方标准的起草并已发布。并在Bioactive Materials，Acta Biomaterialia、生殖医学和中国计划生育等国内外知名期刊上发表多篇学术论文。

Zn-0.8Li-0.4Mg合金宫腔微环境的生物相容性评价

暴国[1]，杨丽君[1]，郑玉峰[2,*]

[1]国家卫生健康委科学技术研究所，北京，100081

[2]北京大学，北京，100871

*Email: yfzheng@pku.edu.cn

摘要正文：

锌(Zn)因其优异的力学性能和适宜的降解速率而被广泛应用于骨科和血管支架领域。已有研究表明锌合金具有良好的生物相容性，但具体机制尚不清楚。通过体外直接接触和浸提液间接培养方式证实了Zn-0.8Li-0.4Mg三元合金具有良好的细胞相容性。RNA-seq分析显示，与炎症反应相关的基因在三元合金组、纯锌组和对照组之间存在差异表达。组织相容性评价进一步表明三元合金具有良好的组织相容性。三元合金中锂(Li)含量的增加显著抑制组织中炎症因子基因和蛋白的下调，从而改善其组织相容性。本研究结果表明，与纯锌相比，Zn-0.8Li-0.4Mg三元合金能有效抑制炎症，并提高组织相容性，通过体内外的研究表明Zn-0.8Li-0.4Mg三元合金作为宫腔内应用的支架器械很有潜力和应用价值。

陈炳刚

中国科学院长春应用化学研究所

中国科学院长春应用化学研究所助理研究员。博士毕业于中国科学技术大学中国科学院长春应用化学研究所，专业为高分子化学与物理。主要从事自由基开环聚合的方法学及其在生物医用材料领域的应用研究。以第一作者/通讯作者发表 *Nat. Commun.*，*ACS. Nano* 等学术论文 6 篇。申请美国发明专利 1 件、中国发明专利 4 件。

可降解粘合剂的原位自由基开环聚合法制备及其医用性能

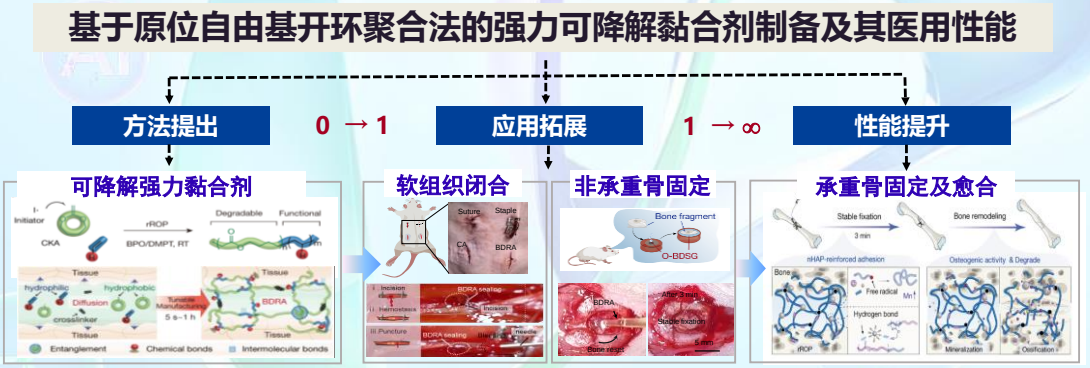
陈炳刚[1]，杨然[1]，栾世方[1,*]

[1]中国科学院长春应用化学研究所，吉林省长春市，130022

*Email: sfluan@ciac.ac.cn

摘要正文：

组织黏合剂相比传统手术缝合线、骨钉等，具有操作简便、手术并发症少、适用于微创手术等优点，是未来组织损伤处理的发展趋势。理想的组织黏合剂应至少具备：良好的湿组织粘接性、生物降解性以及与组织匹配的力学性能。然而，目前以氰基丙烯酸酯胶为代表的合成黏合剂虽然具有较高的粘接强度，但其降解困难、且降解产物具有毒性；而以纤维蛋白胶为代表的天然黏合剂虽然可生物降解，但其在湿环境中的粘接强度较低。此外，现有组织黏合剂的固化时间、力学性能和降解性能等与临床应用场景的匹配性差，限制了其广泛应用。因此，亟待开展具有高粘接强度、生物降解性和临床应用场景适配的组织黏合剂研究，以满足临床应用的迫切需求。针对上述挑战，我们结合开环聚合（可在主链中引入可降解键）和自由基聚合（反应条件温和，产物的结构、组分和功能多样性）的优势，提出了采用氧化-还原引发原位自由基开环聚合（rROP）方法制备强力可降解组织黏合剂的新策略。阐明了该黏合剂通过润湿-渗透-原位固化实现粘接的机制，并根据应用场景导向设计了系列组织黏合剂，研究了其在软组织伤口闭合与止血、非承重骨固定、承重骨固定与骨整合等应用场景中的性能。



李家颖

苏州大学

基于 Arg-CD 的水凝胶选择性杀菌调控免疫微环境促进感染性骨修复

李家颖[1]，韩凤选[1]，李斌[1,*]

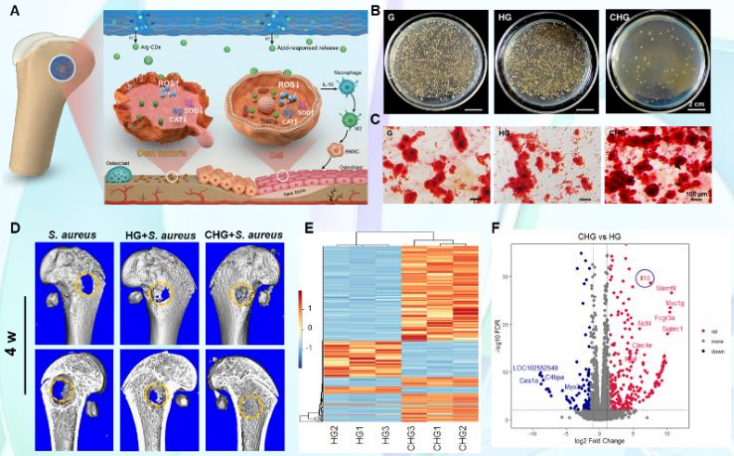
[1]苏州大学骨科研究所，地址江苏省苏州市姑苏区干将东路 178 号，215007 *Email: binli@suda.edu.cn

引言：植入物相关感染是影响骨科手术成功的主要威胁。虽然各种材料通过产生活性氧（ROS）来清除细菌，但 ROS 本质上无法区分细菌和细胞，从而在抗菌的同时会对周围的健康组织造成氧化应激损伤，这极大限制了感染性骨损伤的治疗效果。

材料与方法：通过热解法制备得到精氨酸碳点（Arg-CD），通过高碘酸钠处理透明质酸（HA），得到氧化透明质酸（HA-CHO），将 Arg-CD 加入氧化透明质酸/甲基丙烯酰化明胶（HG）中得到含有 Arg-CD 的 HG 复合水凝胶（CHG）。检测 Arg-CD 和 CHG 复合水凝胶的理化性质及生物相容性，探究 CHG 复合水凝胶的抗菌及成骨活性，明确 CHG 复合水凝胶对细胞和细菌内部 ROS 的调控作用，探究 CHG 复合水凝胶的促成骨机制。

结果与讨论：通过热解法可将精氨酸转化为 Arg-CD，Arg-CD 为具有晶格条纹结构的纳米粒，CHG 复合水凝胶具有明显的大孔连通结构，在 pH 5.5 条件下，CHG 复合水凝胶中 Arg-CD 的释放速率明显快于 pH 7.2 条件下的 Arg-CD 释放，表明 CHG 复合水凝胶中的席夫碱键可响应酸性微环境发生断裂。体外抗菌检测发现，CHG 复合水凝胶可显著杀菌，植入感染性大鼠股骨髁缺损部位后，CHG 复合水凝胶可通过 TLR/JAK-STAT-c-Maf 轴上调胞内 *Il10* 的表达，促进巨噬细胞向 M2 型极化，改善感染性骨损伤部位的免疫微环境，促进骨组织再生。

结论：通过热解法成功制备得到具有晶格条纹结构的 Arg-CD，CHG 复合水凝胶响应酸性微环境智能释放 Arg-CD，通过差异性调控细胞和细菌内 ROS 的表达展现出良好的抗菌作用，进一步通过 TLR/JAK-STAT-c-Maf 轴上调 *Il10* 的表达，促进巨噬细胞向 M2 型极化，改善免疫损伤微环境，促进骨再生。



（A）CHG 复合水凝胶抗菌及促成骨示意图；（B）细菌涂板；（C）茜素红染色；（D）Micro-CT 三维重建图；（E）基因表达热图；（F）火山图。

李怡铮

大连理工大学

大连理工大学化工学院，博士后。2023 年于大连理工大学高分子材料系取得博士学位，师从蹇锡高院士，主要从事杂萘联苯聚芳醚类骨植入材料的表面改性，以解决复杂环境下骨缺损修复问题。获选 2024 年度国家资助博士后研究人员计划（B 档）、主持辽宁省自然科学基金联合基金（博士科研启动项目）。在 Bioactive Materials、Chemical Engineering Journal 等相关领域 TOP 期刊发表论文 10 余篇

多重生物学效应二氮杂萘酮基骨植材的构筑

李怡铮[1,*]，程习彤[1]，蹇锡高[1,*]

[1]大连理工大学，辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号 116024

*Email: yizhengli@dlut.edu.cn; jian4616@dlut.edu.cn

摘要正文：

由创伤、感染或骨质疏松性骨折引起的节段性骨缺损一直是临床治疗的重大挑战，骨缺损也已成为致残和死亡的主要原因。骨缺损部位的恶劣条件诸如：ROS 积累、细菌感染、供血不足、免疫排异等易引发过度炎症并损害骨组织细胞，造成成骨微环境的紊乱。现有的骨植入材料本身不足以解决上述慢性炎症所致骨缺损的骨再生问题，往往会出现因骨植入材料的骨融合不良，导致骨植材周围的二次骨折。因此，亟需研发新一代兼具力学适配与生物多功能性的高效骨融合/骨修复医用植入材料体系，以形成新的治疗方案来满足临床的迫切需求。本论文选用含二氮杂萘酮联苯结构的聚芳醚树脂作为骨植入材料基体，通过在其表面化学锚定或物理粘附多功能水凝胶涂层，为设计多重生物学效应的杂萘联苯聚芳醚骨植材提供了有意的借鉴[1-4]。例如，以明胶、含二氮杂萘酮联苯多酚苯甲醛单体（THPZB）、氯化铁为原料，在杂萘联苯聚芳醚腈酮（PPENK）表面构筑多功能金属酚醛网络水凝胶涂层（G/THPZB/Fe/PPENK）。该涂层表面多酚结构不仅具有良好的粘附能力，还能与二氮杂萘酮基水凝胶体系中的内酰胺环协同作用，赋予其出色的抗菌能力。最重要的是，这种由环酰胺涂层改性 PPENK 植入材料的抗菌机制可能与青霉素的抗菌机制一致。此外，G/THPZB/Fe/PPENK 还具有优异的体外促血管生成和愈合的能力，同时对体内外的生物矿化和新骨生成均有 显著的促进作用，该方法为 PPENK 骨植入材料在骨缺损修复领域提供了广阔的应用前景。

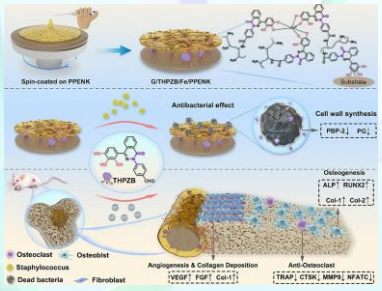


Fig. 1 Schematic illustration of the preparation of G/THPZB/Fe hydrogel coating

刘洋

北京大学口腔医院

北京大学口腔医（学）院口腔材料研究室、北京大学临床医学高等研究院研究员，博士生导师，国家级海外高层次青年人才项目入选者。本科毕业于哈尔滨工程大学（2013），博士毕业于北京大学（2018，导师：郑玉峰教授），在美国康涅狄格大学机械工程系进行博士后训练（2018-2022，合作导师：Thanh D. Nguyen 教授、Cato T. Laurencin 院士）。担任 Acta Metallurgica Sinica (English Letters)编委，Journal of Orthopaedic Translation 青年编委，荷兰研究理事会 NWO（Dutch Research Council）项目评审专家。

主要研究方向为可降解生物材料与口腔组织再生，主持国家自然科学基金人才项目、青年基金等项目，在国内外学术期刊发表论文 30 余篇（其中一作/通讯 12 篇），包括 Sci Transl Med（封面论文、ESI 高被引论文）、Nat Commun、Sci Adv、Adv Funct Mater（ESI 高被引论文）等，被引 2100 余次，H 因子 24。受邀撰写 1 部英文著作章节，申请 PCT 专利 1 项、美国专利 2 项，授权中国专利 1 项。获华人生物材料协会（CAB） Trainee Award(2022)、中国生物材料学会青年学者奖(2017)等荣誉奖励。研究工作得到领域专家在 Cell、Nature Reviews Materials、Nature Reviews Rheumatology 等的正面引用和积极评价，受到中国科技部、美国国立卫生研究院(NIH/NIBIB)、美国机械工程师协会(ASME)、泰晤士报等数十家中外机构和媒体的关注采访和报道。邮箱：yang.liu@hsc.pku.edu.cn

运动激发压电刺激软骨再生

刘洋[1,2]，Thanh Duc Nguyen[2]

[1]北京大学口腔医学院，北京市海淀区中关村南大街 22 号，100181*Email: yang.liu@hsc.pku.edu.cn

引言：骨关节炎是全世界范围内导致疼痛和残疾的主要原因之一，影响超过 3 亿人的生活。在我国患病率逐年增高。目前常规治疗主要是抗炎和止痛，只能缓解症状而无法根治。进行植入物手术，也无法有效再生透明软骨。本研究制备了一种可降解的压电聚乳酸纳米纤维支架，在关节运动下形成净脉冲负电荷，探索其作为自驱动软骨修复植入物的潜力。

材料与方法：采用静电纺丝制备可降解压电支架，对其显微结构、压电性能、降解性能、和生物相容性进行系统评价。

结果与讨论：制备的压电支架表面自发极化，形成净脉冲负电荷或正电荷。调控支架产生脉冲负电荷进行软骨修复。体外实验表明，可降解压电支架有效补充软骨缺损局部微环境中的负电荷、增加细胞外蛋白质吸附、协助细胞迁移和招募、诱导细胞因子分泌，促进脂肪干细胞的软骨分化。动物实验表明，在软骨临界缺损模型手术的两个月以后，包括一个月休息和一个月的跑步机训练，压电支架+运动组具有显著修复的关节软骨，不仅缺损被完全修复，而且新生软骨从形态、细胞分布和力学等方面都与原生软骨非常接近。

结论：本研究成功制备依靠关节运动激发的可降解无源自驱动电刺激装置，证明生物可降解压电支架与术后运动相结合具备治疗关节炎骨缺损。

商雨情

南通大学

含 $CaTiO_3$ 的聚己内酯/丝素蛋白杂化神经支架调控施万细胞行为的研究

商雨情[1]，李贵才[1,*]

[1]南通大学　神经再生重点实验室，江苏 南通 226001

*Email: gcli1981@ntu.edu.cn

摘要正文：

周围神经损伤的有效修复是亟待解决的世界难题之一。亟需开发更有效的新型功能化神经导管用于周围神经损伤的治疗。本研究采用静电纺丝技术制备PCL/SF-$CaTiO_3$功能化支架，进一步探索该支架对雪旺细胞增殖的影响及其作用机制。以丝素蛋白（SF）、聚己内酯（PCL）作为基底材料，将多巴胺修饰后的钛酸钙（$CaTiO_3$）作为活性物质，加入PCL/SF混合溶液中，采用静电纺丝技术制备具有取向性的PCL/SF-$CaTiO_3$静电纺丝支架。随后，采用傅里叶变换红外光谱、X射线衍射等方法表征了支架的物理性能。之后通过MTT实验、CCK-8实验、免疫荧光染色、qPCR等方法对支架进行生物学评价。结果表明，$CaTiO_3$均匀分布到所制备的PCL/SF-$CaTiO_3$静电纺丝支架中，各组支架的纤维呈取向排列，并且与纯PCL/SF支架相比具有更强的力学性能；添加不同浓度的$CaTiO_3$的PCL/SF-$CaTiO_3$支架均无细胞毒性，具有良好的生物相容性；RSC 96细胞培养显示，PCL/SF- $CaTiO_3$复合支架能够促进RSC 96细胞的增殖与附着，并能够引导其沿着取向方向定向生长。qPCR结果表明，PCL/SF-$CaTiO_3$支架显著提高了YAP等神经再生相关基因的表达。因此，具有取向性拓扑结构的PCL/SF-$CaTiO_3$支架在周围神经损伤修复领域具有潜在的应用价值。

陶杰

陆军特色医学中心

陆军特色医学中心副研究员，长期专注于生物材料介导的组织再生修复研究，设计并构建了多项3D打印功能化新材料，在Advanced functional materials, Advanced Healthcare Materials 和 Acta biomaterialia 等期刊发表 SCI 论文 14 余篇，获批中国发明专利 4 项，重庆市医学青年拔尖人才（2024 年）和陆军军医大学红医苗圃人才（2022 年）项目，主持含国家自然科学基金等省部级以上科研项目 3 项。

3D 打印多层级水凝胶通过机械信号传导促进再生修复研究

陶杰

陆军特色医学中心，重庆市渝中区大坪长江支路 10 号，400042

*Email: taojietanker@tmmu.edu.cn

摘要正文：

数字光处理（digital light processing, DLP）生物 3D 打印技术为个性化活体组织工程支架提供了制备新途径及新方法。但现有的生物墨水打印完成后，封装的细胞常受到水凝胶机械应力束缚和有限物质交换，其体内外活力和功能受到抑制。因此，开发新型生物墨水将有望推动 3D 打印组织工程支架的应用。本研究探索了基于葡聚糖调控的光固化 3D 打印生物墨水，可显著提高打印细胞体内外存活效率及生物活性，促进了光固化生物 3D 打印再生修复支架疗效。研究探索了葡聚糖调控光聚合分子的机制和成型条件，并分析了不同浓度、分子量及比例对生物墨水的理化性质影响。结果揭示，葡聚糖分子可以和 GelMA、Silk fibroin 及 HA 等多种光固化分子混合后形成水相乳浊液，形成的生物墨水不仅具有良好的打印性和机械稳定性，还可在温和的条件下形成多层级孔状结构。同时，β-乳球蛋白纳米颗粒的加入可提高乳浊液生物墨水的稳定性，实现可控制备。相较于传统的 3D 打印水凝胶，原位多孔结构显著性促进包裹细胞的增殖、迁移及细胞骨架伸展，并适用于不同的细胞类型（NIH/3T3、B16、HUVEC、BMSC、DPSC 等）。在干细胞体系中，研究结果揭示，该多层级孔状结构可激活 YAP 蛋白向核内转移，提高干细胞的分化潜力。进一步，体内实验发现，该 3D 打印体系可支持软骨、骨及牙髓-牙本质复合体等多类型组织重建修复，为再生支架设计提供了新思路及新材料

王磊

中国科学院长春应用化学研究所

项目研究员，2014年起在中国科学院长春应用化学研究所，高分子物理与化学国家重点实验室工作，入选吉林省高层次创新人才。

主要从事抗菌医用高分子材料、可持续高性能高分子材料以及纳米多孔复合材料等相关的基础与产业化研究工作，以第一作者（通讯身份）在 *Angewandte Chemie*、*ACS Nano*、*Biomaterials* 等国际著名学术期刊发表 SCI 检索论文 40 余篇，相关研究工作得到了本领域专家的认可，论文他人引用量超过 2500 次。主持并完成过国家自然科学基金委、中石化等基金项目多项。

抗菌医用高分子体系设计及其用于医疗器械感染

王磊[1,*]，石恒冲[1]，栾世方[1]

[1]中国科学院长春应用化学研究所高分子物理与化学国家重点实验室，长春，130026

*leiwang@ciac.ac.cn

摘要正文：

医疗器械相关感染和顽固性感染疾病等并发症发生率高，不仅增加医疗支出，还危及患者生命。抗生素的的发现和使用极大地降低了由细菌感染导致的死亡率，然而传统的抗生素疗法受限于细菌耐药性问题，同时也具有作用时效短、生物利用度低等不足。在医疗器械的主动抗菌防护过程中，表面是细菌与器械发生交互作用的主要场所，构建有效地阻断细菌粘附和繁殖的器械表面，可实现医疗器械抗细菌感染功效。针对医疗器械引起的细菌感染，本报告将介绍医用抗菌高分子材料在抗生素替代疗法和医用表面抗菌涂层方面的研究进展。

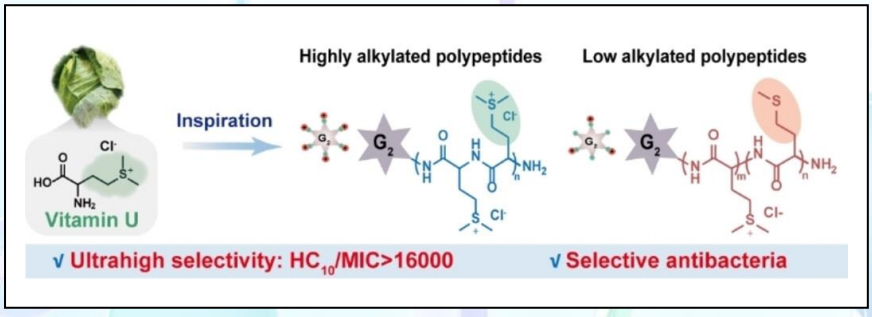
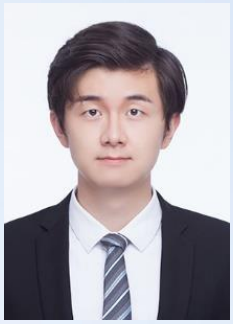


Fig. 1 Antibacterial mechanism and selectivity of alkylated sulfonium polypeptides inspired by vitamin U.

王正光

北京大学第三医院



北京大学第三医院博士研究生，从事镁合金激光增材制造用于骨缺损修复的基础研究工作。以第一作者及共一作者发表多篇 SCI。

利用钝化膜的Sc辅助生长技术开发高耐腐蚀性镁合金并提高骨/血管基因活性

王正光[1]，温鹏[2,*]，郑玉峰[3,*]，田耘[1,*]
[1]北京大学第三医院骨科，北京，100191
[2]清华大学机械工程系，北京，100084
[3]北京大学材料科学与工程学院，北京，100871
*Email: tiany@bjmu.edu.cn（通讯作者电子邮件地址）

摘要正文：

在用于骨修复的可生物降解镁合金材料中，如何解决快速降解和生物再生功能不足之间的难题是一个巨大的挑战。在此，我们通过热力学计算系统，将生物活性合金元素 Sc 与 HTO 处理相结合，成功开发出具有优异抗腐蚀性能的 Mg-4Y-2.25Sc (wt. %) 合金，与 WE43 合金相比显示出竞争优势。在微观结构上，Sc合金化后可生成一层薄而致密的Y2O3/Sc2O3保护膜。同时，Sc 辅助钝化膜的引入和 Mg、Sc 离子的释放可提供有效的促骨重塑微环境，并显著促进血管生成和骨生成。体内研究结果表明，Sc 增强镁合金能够在骨愈合周期中保持有效的机械性能，并促进骨结合和植入物的新生血管生成。综上所述，使用 HTO 的合金体系设计可在不进行复杂的表面改性和高复合 RE 添加的情况下协同调节镁合金的降解率，促进骨再生，实现完全修复。

吴家宇

中国科学院兰州化学物理研究所

光固化 3D 打印仿生氢键超分子水凝胶

吴家宇[1]，王晓龙[1,*]

[1]中国科学院兰州化学物理研究所，固体润滑国家重点实验室，甘肃 兰州，730000

*Email: wangxl@licp.cas.cn

摘要正文：

人工合成的水凝胶是一类重要的软材料，由于其整合了固体和液体的性质，使其在构筑传感、柔性电子、驱动、涂层、光学、集水等领域的功能器件和机械设备方面受到广泛的关注。然而，具有简单组分和结构的合成水凝胶与天然生物组织相比，因其较低的聚合物密度、高含水量以及不均匀的网络结构等因素而导致机械性能较差，使其无法满足许多重要工程领域的应用需求，特别是对于光固化3D打印技术来说，由于聚合物网络充分形成的速率与3D打印快速成形过程不匹配，使得快速高精度成型制造与优异的机械性能存在着矛盾性，并且光固化打印性的水凝胶一般难以兼容传统的水凝胶强韧的设计策略。针对目前光固化3D打印水凝胶中存在的等瓶颈问题，本研究以具有多重氢键相互作用的脲基水凝胶作为研究主体，构建超分子设计和可控聚合策略与光固化3D打印水凝胶技术相结合的基本方案，通过氢键网络调控制备了多尺度结构化超分子功能水凝胶，包括氢键D-A团簇结构、多重氢键缔合结构、层级梯度氢键双网络和RAFT介导活性氢键网络等，并系统研究了其力学、摩擦学、光学以及生物医学性能，初步探索了光固化3D打印仿生氢键超分子水凝胶在荧光显示与检测、血管支架、人工关节软骨以及心脏瓣膜等方面的应用。

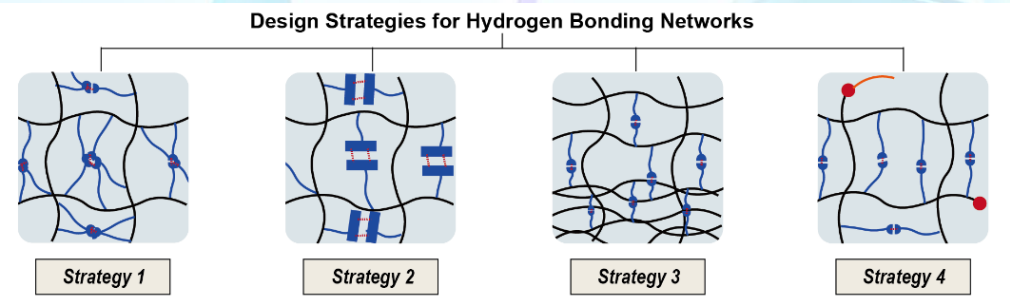


Fig. 1 Hydrogen bonding network design strategies for supramolecular polymer hydrogels

谢宪瑞

滨州医学院

博士，教授，硕士生导师，山东省高等学校青年创新团队带头人，中国药理学会海洋药物药理学会专业委员会青年委员，Biomaterials Translational 期刊青年编委。主要从事医用抗菌材料的研究与开发、静电纺纳米纤维在生物医学中的应用等研究工作。近五年研究成果以第一作者或通讯作者身份在 Bioact. Mater.、Adv. Healthcare Mater.、Composites, Part B、J. Mater. Sci. Technol.、Biomater. Sci.、Colloids Surf., B、Int. J. Biol. Macromol. 等国际权威期刊发表 SCI 论文 10 余篇，其中中科院 JCR 大类一区 5 篇，二区 3 篇，累计影响因子超 100 分，获授权国家发明专利 4 件，其中转移至企业 1 件。目前承担国家自然科学基金青年基金 1 项，山东省自然科学基金青年基金 1 项，山东省高等学校创新团队科技支持项目 1 项，烟台市科技创新发展计划项目 1 项，滨州医学院科研启动基金 1 项。获山东省高等学校科学技术三等奖 1 项、山东省优秀硕士学位论文、博士研究生国家奖学金、东华大学优秀毕业生等荣誉。

纳米纤维纺织支架的构建及其在肌腱/韧带组织再生应用

谢宪瑞*，侯桂革，宋美霖，皇亚坤，杜嫣然，李先超

滨州医学院，山东省烟台市莱山区观海路 346 号，264003

*Email: xrxie@bzmc.edu.cn（通讯作者电子邮件地址）

摘要正文：

随着体育运动的普及，前交叉韧带(ACL)损伤日益普遍，而韧带仿生支架的开发可能是一种很有前景的策略。本文提出了一种用于ACL重建的多相骨-韧带-骨(BLB)一体化支架。BLB由两个热诱导相分离(TIPS)支架组成，由纳米纤维纱编织支架桥接，模拟天然组织的结构。BLB具有良好的力学性能，可以满足术中牵引的要求，与人类ACL匹配。体外实验表明，结缔组织生长因子(CTGF)可诱导成骨相关基因的表达，而负载介孔羟基磷灰石(MHA)和去铁胺(DFO)的TIPS支架可增强骨髓干细胞(BMSCs)成骨相关基因的表达，促进人脐静脉内皮细胞(HUVECs)的迁移和小管形成。此外，BLB有效地引导骨组织再生和移植物骨整合，为加速前交叉韧带重建过程提供了生物活性线索。BLB支架双重递送DFO和钙离子的协同作用促进骨再生和CTGF诱导的肌腱生成标志物的表达，从而促进韧带愈合。综上所述，BLB支架在ACL重建中显示出巨大的应用潜力。

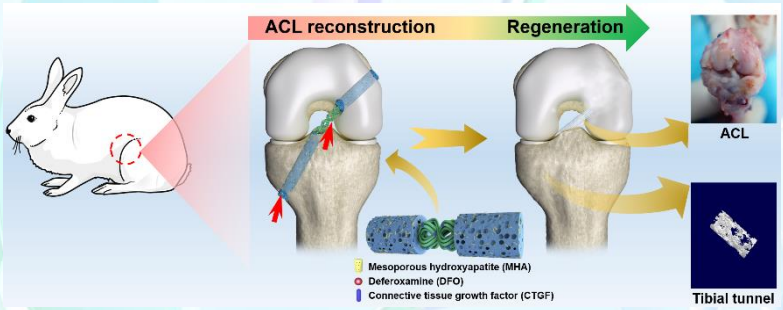


Fig. 1 Multiphasic Bone-Ligament-Bone Integrated Scaffold Enhances Ligamentization and Graft-Bone Integration after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

俞丙然

北京化工大学基

北京化工大学材料科学与工程学院，教授，博士生导师，国家自然科学基金优秀青年科学基金项目获得者（2021）。2014 年加入北京化工大学材料科学与工程学院。主要从事生物医用高分子方面的基础研究工作，在基于药物、基因控释生物材料以及抗菌抗感染生物医用材料等方面开展了系统的研究，目前在 Adv. Mater.、JACS、Angew 等期刊发表论文 60 余篇。荣获高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖（科学技术）一等奖，中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。

基于开环反应构建糖基阳离子生物大分子递送载体及生物应用

俞丙然*，赵亚琪，徐福建*

北京化工大学材料科学与工程学院，北京朝阳区北三环东路 15 号，100029

*Email: yubr@mail.buct.edu.cn; xufj@mail.buct.edu.cn

摘要正文：

通过多氨基与多环氧的简便“一锅法”开环反应，成功构建了系列糖基的可降解支化阳离子材料，实现了同时灵活引入还原响应、pH敏感、靶向，构建策略高效、灵活且解决了烯烃聚合造成聚合物骨架不可降解的问题。靶向支化阳离子材料实现了对肺癌高效基因编辑，还可大幅提高化疗药物治疗效果；氟化阳离子材料运输多功能质粒实现了针对乳腺癌的光增强免疫治疗。

进一步地，我们通过巯基引发的双硫交换聚合反应，探讨不同功能引发剂、胺基取代硫辛酸衍生物在水缓冲溶液中的高效制备方法及其调控规律，构建了一系列具有响应性、治疗功能为一体的主链可降解阳离子递送载体。并通过递送治疗核酸、融合级联蛋白实现了针对肿瘤的多模式治疗；针对细菌性肺炎的抗菌抗感染治疗，以及与抗生素联合使用实现了克服细菌耐药。

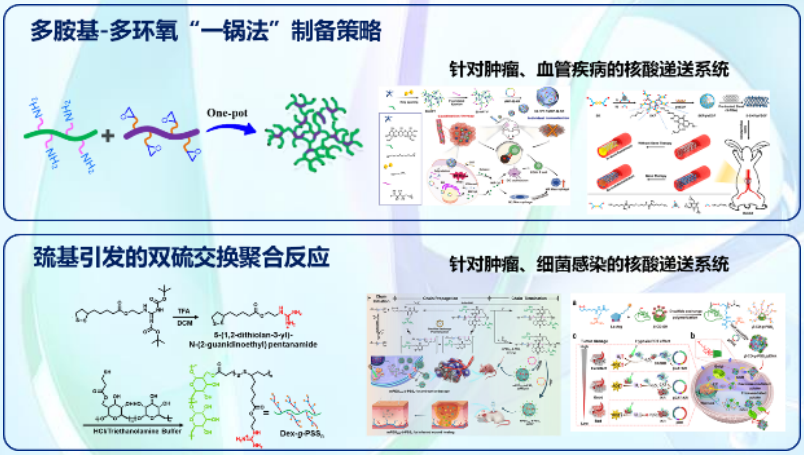


Fig. 1 Reduction-responsive Hydroxyl-rich polycations via ring-opening reactions

张远

山东第一医科大学

工学博士，2022 年 10 月毕业于东北大学材料科学与工程学院，于 2023 年 2 月以“后备 A 类人才”加入山东第一医科大学（山东省医学科学院）放射学院。主要研究方向包括，生物医用钛合金的制备及功能化表面改性，可降解医用金属材料，粉末冶金医用金属材料，医用软组织修复材料，致力于生物医用材料的研发及临床应用转化。于国际期刊 Journal of Materials Science & Technology，Materials Science and Engineering C，Surface and Coatings Technology，Materials Letters 发表多篇 SCI 论文。主持一项山东第一医科大学（山东省医学科学院）后备人才引进项目。

钛铜合金表面纳米结构化$TiO_2/CuO/Cu_2O$复合涂层的制备及其抗菌性、生物相容性研究

张远[1*]，窦金河[1]，张二林[2,*]

[1]山东第一医科大学（山东省医学科学院），山东省济南市槐荫区青岛路 6699 号，250117

[2]东北大学，辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号，110819

*Email: zsy4657608@163.com

报告摘要：

由于具有良好的力学性能、抗腐蚀性能及生物相容性，钛及钛合金被广泛应用于骨替代材料。然而目前临床应用的商业纯钛及 Ti-6Al-4V 不具有抗菌性能并且骨整合能力不足，因此在一定程度上会造成术后感染及无菌性松动，从而导致植入失败。因此同时赋予医用钛及钛合金良好的抗菌性及生物活性具有重要意义。研究表明，Cu 作为人体的一种微量元素具有良好的抗菌性，并且本课题组及其他研究团队发现 Ti-Cu 合金具有优异的抗菌性能，但其仍为生物惰性材料，骨整合能力仍有待提高。碱热处理可以在钛及钛合金表面制备一层具有纳米结构的涂层，从而提高其生物活性。因此，通过碱热处理对 Ti-Cu 合金进行表面改性，研究其是否同时具有良好的抗菌性及生物活性。实验发现碱热处理后 Ti-5Cu（Ti-5Cu-AH）表面生成了具有纳米结构的 $TiO_2/CuO/Cu_2O$ 复合涂层，涂层具有良好的亲水性和 Cu^{2+}释放能力。抗菌实验发现，Ti-5Cu-AH 释放的大量的 Cu^{2+}和表面的 CuO 使其具有优于 Ti-5Cu 的抗菌性。体外细胞实验发现，Ti-5Cu-AH 表面的纳米结构和释放的 Cu^{2+}促进了小鼠胚胎成骨细胞前体细胞（MC3T3-E1）的初期粘附，碱性磷酸酶（ALP）的合成，细胞外基质的矿化及成骨相关基因的表达，并且不具有细胞毒性。实验结果表明碱热处理 Ti-5Cu 同时具有良好的抗菌性和生物活性[1]，为解决目前临床应用的钛及钛合金存在的问题提供了一种潜在的策略。

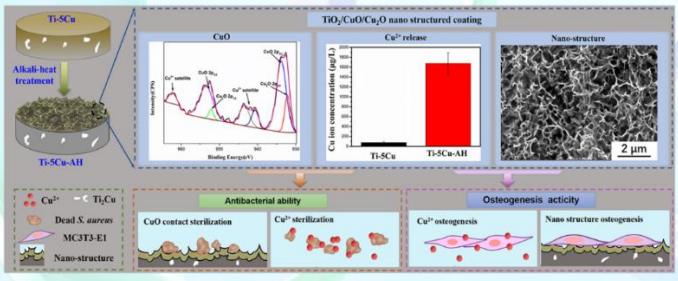


图 1 碱热处理 Ti-5Cu 抗菌及促成骨机制

赵夫健

南方医科大学口腔医院

博士、博士后、副教授，主治医师，PI，研究生导师，南方医科大学高层次人才引进。主持国家自然科学基金 2 项、中国博士后基金 1 项、广东省自然科学基金 1 项。近五年以第一作者、通讯作者身份在 Bioact Mater、Biomaterials、Chem Eng J 等杂志发表 SCI 论文 14 篇（其中 5 篇 IF＞10），申请专利 6 项，参编专著 2 部；入选 2023 广州市“青年科技人才托举工程”，研究成果获 2022 年“中华口腔医学会科技奖”三等奖（8/10）、2023 “中国整形美容协会科学技术奖”（9/10）。学术任职包括中国复合材料学会生物复合材料分会委员、广东省口腔医学会口腔修复专业委员会青年委员、广东省生物医学工程学会生物 3D 打印与再生医学分会委员、《Biomaterials Translational》和《口腔疾病防治》青年编委等。同时作为国家自然科学基金、广东省自然科学基金评审专家，广州市科学技术局、广州市科学技术协会、广州市卫健委入库专家。

长效药物缓释牙本质骨修复材料的构建

赵夫健[1,*]谢佳漫[1]，陈晓峰[2]

[1]南方医科大学口腔医院，广州，510280

[2]华南理工大学材料学院，广州，510641

*Email: zhaofj@smu.edu.cn

目的:

明确牙本质小管能否作为长期缓释药物的载体并构建具有抗免疫排斥和抗炎的骨修复材料。

方法:

1、利用 SEM 和 FTIR 检测芬戈莫得（FTY720）是否被装载,利用 UV-Vis 仪检测 FTY720 的释放情况。

2、分别用对照、牙和添加 FTY720 的（牙+FTY720）组作用于 RAW264.7 和 BMSCs。PCR 检测促炎、抗炎、免疫排斥及成骨相关基因的表达。FACS 检测 RAW264.7 极化的表面标志及免疫排斥的受体蛋白的表达。WB 和 IF 检测炎症、免疫排斥和成骨关键蛋白的表达。ELISA 检测炎症因子的分泌。ALP 和 ARS 染色检测成骨分化。

3、制备大鼠的股骨缺损创面，分别植入三组材料，观察体内的抗免疫排斥、抗炎和成骨相关蛋白的表达情况。

结果:

PCR 结果显示牙+FTY720 组能显著下调促炎基因（CD86、iNOS、IL-1β、TNF-α）、促排斥基因（S1P1、RhoA、CX3CR1、Rac-1）的表达，上调抗炎基因（CD206、Arg-1、IL-10）、抗排斥基因 PAK-1、成骨基因（Runx2、ALP、OPN）的表达。FACS 结果显示其可减少促炎蛋白 CD86、促排斥相关蛋白 S1P1 和 CX3CR1 的表达，诱导抗炎蛋白 CD206 的表达。WB 和 IF 结果显示其可减少促炎蛋白 iNOS、促排斥相关蛋白（S1P1、RhoA、Rac-1、MT1-MMP）的表达，增加抗炎蛋白 Arg-1、抗排斥相关蛋白（β-pix、PAK-1）、成骨蛋白（Runx2、ALP、COL1、OPN）的表达。ELISA 结果显示其可下调 IL-1β、TNF-α 的炎症因子水平，上调 IL-10 的抗炎因子水平。ALP 和 ARS 结果显示其可促进 BMSCs 的成骨分化。体内实验结果显示，在第 2 和 6 周其可抑制免疫排斥和炎症，在第六周可显著促进骨修复。

结论:

牙本质小管的孔状结构可以实现长达 21 天持续释放 FTY720。结合药物的抗免疫排斥、抗炎和成骨性能，其能显著促进骨缺损的修复。

赵鹏超

华南理工大学

华南理工大学生物医学科学与工程学院教授，国家海外高层次青年人才。主要从事生物材料自组装体系的设计及其生物医学应用，致力于发展无膜细胞器仿生的液—液相分离凝聚体（Coacervate）的通用设计策略；探究凝聚体作为新型生物材料应用于工程化细胞改造、药物递送载体、疾病免疫治疗与组织再生等领域的优势及功效机制。在 Nat. Commun.、Adv. Mater.、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem.等期刊以通讯作者或第一作者发表论文 10 余篇。主持国家海外引进人才青年项目等。

仿生液-液相分离生物材料

赵鹏超[1,*]，边黎明[1]

[1]华南理工大学生物医学科学与工程学院，广东省广州市，511442

*Email: scutzpc1993@scut.edu.cn

目的：液-液相分离诱导的生物大分子自组装凝聚体（Coacervate）或凝聚液滴，即“无膜细胞器”，精准控制着多尺度的细胞功能。体外设计合成的仿生凝聚体，是由分散在水中的组装基元如多肽、DNA、合成高分子，在弱超分子相互作用的驱动下通过液—液相分离形成的液体凝聚相，具有高度的空间区室化、良好的流动性与界面浸润性，以及对药物的强亲和力，有望作为一类新型生物医学材料用于解决生物医学前沿挑战。然而，目前凝聚体形成的自组装机制尚未阐明，体外设计合成具有高仿生功效的凝聚体生物医学材料新体系仍然是一个重大的挑战。

方法及结果：于此，我们 1）发展了基于两亲性聚合物的“纳米颗粒自组装”凝聚体的通用设计策略，构建了凝聚体口服肠道药物递送系统，实现肠道表面有效覆盖、长效滞留，克服了传统肠道药物递送系统消化道滞留时间短、易导致全身药物暴露等问题[1-3]；2）进一步利用有机-无机杂化“纳米颗粒自组装”凝聚体构建了磁控凝聚体液体机器人用于药物/细胞的靶向递送，实现在血管等极其狭窄受限的空间内导航，克服了基于固体高分子材料的传统软体机器人变形能力弱、受限空间通过性差的问题[4]；3）提出了“疏水结构域后修饰”高分子自组装凝聚体的通用设计策略，利用凝聚体可控相转变构建自我衍化的大孔结构水凝胶，实现干细胞三维快速增殖成球及功能维持，克服了传统水凝胶孔隙率低，缺乏动态变构能力，无法有效适配干细胞三维球体生长的问题[5-7]。我们相信，凝聚体作为一类新兴的“液体高分子生物材料”的进一步开发，有助于为具有挑战性的生物医学前沿课题提供新的研究思路与解决方案。

赵峡

中国海洋大学

中国海洋大学医药学院，海洋药物教育部重点实验室，教授，博士生导师。主要从事以多糖为载体的水凝胶、微针和药物靶向递送系统研究。主持和参与国家创新药物重大专项，国家“863”计划，国家自然科学基金，国家科技支撑计划等课题 20 多项。主持或参与完成抗心血管、抗肿瘤和抗病毒等多个国家一类创新药物和制剂的相关研究，发表学术论文 120 余篇。获国家发明专利授权 12 项，参与出版《糖药物学》等教材和专著 4 部。先后获得教育部科学技术发明一等奖、山东省高校科学技术发明一等奖和国家海洋局创新成果二等奖等奖励。

海洋多糖仿生多功能水凝胶促伤口愈合作用研究

赵峡[1,2*]，赵桂园[1]，相广丽[1]，陈祥艳[1]，张苗[1]，张文尚[1]

1-中国海洋大学医药学院 海洋药物教育部重点实验室，山东 青岛 266003；

2-青岛海洋科学与技术国家实验室 海洋药物与生物制品功能实验室，山东 青岛 266237

E-mail：zhaoxia@ouc.edu.cn

报告摘要：

皮肤是人体重要的生理屏障，一旦皮肤受损形成伤口，容易遭受细菌、病毒等微生物的侵入导致伤口难以愈合或严重感染，严重影响人们的生活质量。水凝胶可模拟天然细胞外基质的三维支架和维持湿润环境，有利于伤口愈合。本研究以海藻酸、壳聚糖等海洋多糖为载体，通过模拟贻贝、藤壶等海洋生物的粘附机制或与纳米金属离子复合，制备得到了多种可满足不同伤口愈合需求的多功能仿生水凝胶。如将海藻酸与壳寡糖、纳米氧化锌复合制备的水凝胶（SA-COS-ZnO），具有明显的抗菌和促感染伤口愈合作用；受海洋贻贝启发制备的褐藻酸仿生水凝胶（ODPA，图1A），具有良好的粘附性能、快速止血和抗菌作用，对大鼠全层伤口与感染伤口具有明显的促愈合作用；受海洋藤壶启发制备的壳聚糖仿生水凝胶（CP-Gel，图1B）具有良好的水下粘附性能，可抵御流水冲刷和阻止水流涌出，并可实现按需剥离，对海水浸泡伤口具有明显的促愈合作用。因此，海洋多糖水凝胶在新型伤口敷料方面具有良好的应用开发前景。

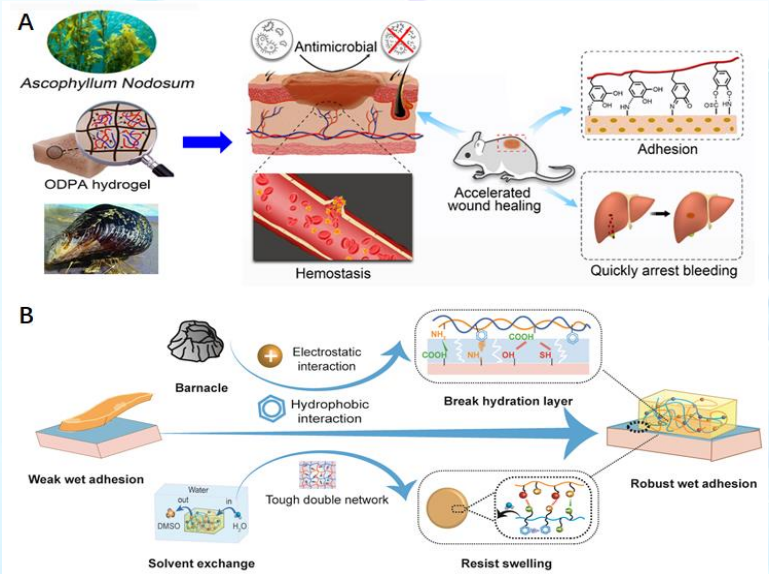


图1：贻贝仿生褐藻酸水凝胶和藤壶仿生壳聚糖水凝胶的促伤口愈合作用研究

先进医疗器械开发与监管科学

高长有

浙江大学

浙江大学绍兴研究院院长、浙江大学求是特聘教授、国家杰出青年基金获得者，教育部长江特聘教授，连续入选 Elsevier 材料领域高被引科学家、斯坦福大学全球前 2%顶尖科学家榜单。曾任浙江大学高分子科学与工程学系主任。1996 年吉林大学获高分子化学与物理博士学位，后在浙江大学从事博士后研究。现为国际生物材料学会、美国医学与生物工程院、英国皇家化学会、中国生物材料学会终身会士（Fellow），中国生物材料学会副理事长，Biomaterials Advances、Progress in Materials Science 副主编。专注于生物材料与医疗器械研发，近年侧重在无毒抗菌生物材料、炎症调控材料、组织修复再生材料研究，获得国家发明专利近百项，编著学术专著 3 部。负责国家重点研发计划、国家自然科学基金等重点项目多项，并以第一完成人获浙江省科学技术奖一等奖 2 项、二等奖 1 项。发起成立博慧（浙江）生物技术有限责任公司，开展无毒抗菌、抗病毒超支化聚赖氨酸生物医用原材料的产业转化及相关产品研发，其中慧清宁皮肤黏膜抗菌剂、膳食纤维固体饮料、无毒宠物护理系列产品已上市销售。

无毒抗菌抗病毒超支化聚赖氨酸及转化研究

高长有

浙江大学高分子科学与工程学系，310058，杭州

浙江大学绍兴研究院大健康材料分中心，312099，绍兴

*Email: cygao@zju.edu.cn

报告摘要：

由病毒、细菌、支/衣原体等微生物感染诱发的疾病已呈现高发、频发和低龄化的趋势；使用抗菌、抗病毒材料构筑抵御微生物的防线是降低人群感染率的有效手段。然而，现有抗菌剂存在高抗菌性能、量产和高生物安全性无法兼顾的技术难点。针对感染控制这一重大需求和难题，我们研制了一种安全无毒的生物医用超支化聚赖氨酸抗菌材料。突破了现有的聚赖氨酸合成工艺步骤复杂、合成效率低等问题，已成功实现10公斤级、高纯原材料的生产，不含重金属离子和内毒素，具有优异的广谱抗微生物、促组织再生和抗炎性能。进一步研发了包含高端医疗器械（抗菌种植体、抗菌骨针、抗菌敷料和抗菌导管等）、核酸/疫苗的传递试剂、人皮肤黏膜抗菌/抗病毒喷剂、宠物抗菌/抗病毒清洁用品和抗菌/促再生医疗美容制剂等产品[1,2]。

余新华

原中国食品药品检定研究院医疗器械标准管理研究所/全国医疗器械质量管理和通用要求标准化技术委员会（SAC/TC221）

中国食品药品检定研究院医疗器械标准管理研究所（国家药监局医疗器械标准管理中心）原所长全国医疗器械质量管理和通用要求标准化技术委员会（SAC/TC221）主任委员国家卫生计生委能力建设和继续教育医疗器械创新与应用专家委员会副主任委员国家标准技术审评专家咨询委员会“食品消费品工作组”成员全国医疗装备产业与应用标准化工作组委员

医疗器械标准高质量发展与产业创新

余新华

原中国食品药品检定研究院医疗器械标准管理研究所/全国医疗器械质量管理和通用要求标准化技术委员会（SAC/TC221）

报告摘要：

本报告分三个部分，一是介绍标准的定义、分类、作用，标准与法律的区别，医疗器械标准的作用与地位等；二是介绍我国医疗器械标准的发展历程、现状，国家标准化战略、团体标准现状等；三是介绍标准化与科技创新的关系、医疗器械标准促进战略新兴产业创新、医疗器械标准创新助力疫情防控、持续推动医疗器械标准化与产业创新互动发展等。

边黎明

华南理工大学

美国哥伦比亚大学获博士学位，现任华南理工大学生物医学科学与工程学院长聘教授，副院长，教育部长江学者特聘教授(2019年度)。边教授从事生物医用材料及再生医学方向科研工作，近5年来以通讯或共通讯作者身份在 Science Translational Medicine, Nature Communications, Science Advances, JACS, Angew Chemie, Advanced Materials 等高质量国际期刊发表学术论文。担任中国生物材料学会理事、青年委员，再生医学材料分会委员，材料生物力学分会委员。

细胞自适应水凝胶及其再生医学应用

边黎明

华南理工大学，bianlm@scut.edu.cn

报告摘要：

传统水凝胶通常采用共价交联，具有限制性网络结构，会抑制关键细胞活动，包括增殖、迁移和 3D 培养中的组装。我们开发了一种专利技术，用于制备具有可逆物理键和化学组成交联的细胞适应性超分子水凝胶。这些水凝胶可以有效支持 3D 水凝胶基质内包裹的各种细胞类型的快速增殖、过度细胞迁移和及时组装，包括间充质干细胞、肿瘤细胞、皮肤细胞、内皮细胞和神经细胞。因此，这些水凝胶可以促进不同类器官的形成，包括肿瘤、血管、皮肤、神经等。我们的合成超分子水凝胶不受其他用于类器官培养的商业水凝胶中常见的未知和不可预测的生物因素的干扰，化学组成明确，因此非常适合用于三类医疗器械研发，药物测试和筛选的类器官的培养。我们的可降解水凝胶可在 10 分钟内被细胞相容性小分子降解，无需使用胰蛋白酶即可回收培养的细胞/类器官，且不会损害细胞表面标志物。

陈红

苏州大学

苏州大学特聘教授、博士生导师，国际生物材料科学与工程学会联合会会士，英国皇家化学学会会士，中国生物材料学会会士，国家杰出青年科学基金获得者。深耕生物材料表界面研究20余年，现任Colloids and Surfaces B: Biointerfaces编辑，Chemical Society Reviews, Materials Horizons, Biomacromolecules 等期刊顾问编委。2017年创立江苏百赛飞生物科技有限公司，创建了国内领先的医用功能涂层全产业链技术服务平台。

植介入医疗器械涂层相关监管科学探讨

陈红

苏州大学，苏州，215123

苏州工业园区生物材料表界面工程研究院，苏州，215123

*Email: chenh@suda.edu.cn

报告摘要：

植介入医疗器械涂层技术作为医疗领域的一项创新，近年来取得了显著进步，随之而来的是市场上新型产品的快速增长。这种快速的发展模式对监管科学提出了新的挑战。本次报告旨在探讨如何通过监管科学的方法来评估和监督这些新型产品，确保其安全性和有效性。我们将讨论从研发初期到产品上市的整个过程中，如何将监管科学的理念融入到产品研发和企业质量管理中，以促进技术创新，同时保障患者安全和行业健康发展。

樊渝江

四川大学

四川大学二级教授/博士生导师，国家生物医学材料工程技术研究中心副主任，国际生物材料科学与工程Fellow（FBSE），四川省学术技术带头人。主要从事关节运动系统和人体软组织缺损的再生修复和生物3D打印研究。承担“十三五”和“十四五”国家重点研发计划项目等国家和省部级项目二十余项。研发的软骨诱导性水凝胶产品通过国家医疗器械创新审批；开发的生物3D打印技术实现技术转化。发表研究论文200多篇，授权发明专利50余项，获国家教学成果二等奖、四川省科技进步一等奖、四川省教学成果一等奖。任中国生物材料学会理事，骨修复材料与器械分会主任委员；全国增材制造标准化技术委员会委员；医用增材制造技术医疗器械标准化技术归口单位专家组成员等学术兼职；担任Int J Mol Sci和Front Bioeng Biotech期刊副主编（Associate Editor）。

增材制造骨修复植入器械的创新与转化

樊渝江

四川大学国家生物医学材料工程技术研究中心/生物医学工程学院

成都市武侯区望江路29号 *fan_yujiang@scu.edu.cn

报告摘要：

作为生物医用材料应用最成功的领域之一，骨骼修复治疗中使用的植入器械在临床治疗骨骼损伤和缺损时不可或缺。基于巨大的临床需求，骨修复材料与器械市场不断增长，据Orthoworld统计，2022 年全球骨科植入器械市场规模为 555 亿美元，同比增长达到3.5%，被认为是医疗健康产业的“黄金赛道”。但目前骨修复植入体主流仍然是金属材料，一般以异物存在于机体中，主要以单纯的机械力学作用产生固定、支撑等功能，其过高的弹性模量和本质上的生物惰性，使植入器械治疗后身体功能的恢复较大程度的受限、同时服役寿命有限。增材制造技术通过离散-堆积原理实现材料的成型和制造，十分适合于植入器械结构和组分的灵活调节和个性化的定制仿生制造，可仿生天然骨组织的组成与结构，在开发能够改善植入器械植入体内后的微环境、加速骨组织愈合进程的新一代骨修复植入器械中，具有重要的位置。本文围绕增材制造技术在骨修复与再生中的应用，从体外解剖模型、手术导板和体外器械、植入器械、以及活体组织/器官制造几个不同层面，回顾增材制造技术所涉及的材料、工艺技术、应用评价等方面的研究开发和转化的现状，结合本课题组自身的研究开发，介绍增材制造骨植入器械的最新进展，并简要介绍法规、标准、检验评价等方面的相关情况。

高博

罗氏诊断产品（上海）有限公司

罗氏诊断产品（上海）有限公司， 资深法规政策总监。 将近 20 年医疗器械法规以及注册工作经验，2015 年至今参与多项医疗器械相关法规研究，参与国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心《图说医疗器械注册法规》编写工作。第一届人工智能医疗器械标准化技术归口单位专家组观察员。APACMed IVD 工作组组长。

医疗器械法规识别与分析-企业角度考量

高博

罗氏诊断产品（上海）有限公司/Address *邮箱地址/E-mail bo.gao.bg4@roche.com

报告摘要/Abstract：

医疗器械行业的法规识别与分析是企业合规经营的重要环节。本文从企业角度出发，探讨了如何进行医疗器械法规的识别与分析，旨在帮助企业更好地理解和应对法规变化，确保其在市场中的竞争力和可持续发展。法规识别的重要性：企业首先需要认识到法规识别的重要性。随着医疗器械行业的快速发展，法规也在不断更新和完善。企业应及时关注国家药品监督管理局等权威机构发布的最新法规和政策。

法规获取渠道：企业应通过国家药品监督管理局官网、行业协会、专业媒体等渠道获取最新的医疗器械法规信息。同时，企业应建立内部法规数据库，便于法规的检索和应用。

法规内容分析：企业应深入分析法规的具体内容，特别是与企业自身业务密切相关的部分。重点分析法规对产品注册、生产、经营、使用等方面的要求，确保企业在各个环节都能符合法规要求。

法规变化应对策略：企业应建立灵活的应对机制，及时调整企业策略以适应法规变化。例如，针对新修订的《医疗器械监督管理条例》，企业应重新评估其产品注册策略和质量管理体系。

法规培训与宣贯：企业应定期对员工进行法规培训，确保他们了解并掌握最新的法规要求。通过内部培训和外部专业培训，提升员工的法规意识和合规能力。

法规合规性检查：企业应定期进行法规合规性检查，确保企业的各项操作符合法规要求。通过内部审计和第三方审计，及时发现并纠正不合规的行为。

法规风险管理：企业应建立法规风险管理体系，识别和评估法规变化可能带来的风险，并制定相应的风险应对措施。通过风险评估和管理，降低企业因法规不合规而遭受的损失。

持续改进与创新：在法规识别与分析的基础上，企业应持续改进和创新，提升产品质量和服务水平。同时，积极参与法规的制定和修订，为行业健康发展贡献力量。

洪梅

费森尤斯卡比（中国）投资有限公司

费森尤斯卡比（中国）投资有限公司注册事务质量保证和医学事务高级总监，

在医疗领域深耕 35 年，从事医疗器械注册、质量保证及医学事务等工作 20 余年，曾服务于碧迪、史密斯医疗、赛默飞世尔等多家大型外企，具有丰富的管理经验。担任 TC106 全国输液器具标准化技术委员会委员，中国医疗器械行业协会高分子制品分会理事，参与起草 20 多项医疗器械和体外诊断试剂的国家标准以及行业标准。

医疗器械法规识别与分析-企业角度考量

洪梅

费森尤斯卡比（中国）投资有限公司

报告摘要/Abstract：

新材料研发的终极目的是为了能顺利转化为可供临床使用的医疗器械，从而更好地服务于医疗机构，救助患者。本次会上主要想和大家探讨的是以从事医疗器械注册工作多年经验医疗器械注册角度提出对高分子新材料耗材科研成果转化的几点思考，如何能从新材料研发阶段就引入注册思维，提前布局，使产品最终成功落地。

唐毓婧

中石化（北京）化工研究院有限公司

博士，研究员，硕士生导师，就职于中石化（北京）化工研究院有限公司。研究领域：高分子材料结构性能关系研究、生物医用检测技术开发、新方法研究及标准化工作。获得中国石化科学技术进步特等奖等多项奖励，中国化工学会基础研究成果奖二等奖 1 项。获中国发明专利授权 26 件，国际发明专利授权 9 件，发表中英文文章四十余篇；参加 5 项目医卫材料团体标准化工作、1 项行标以及 1 项 ISO 标准工作。国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）聚合物结构与性能分委员会的会员，并担任分会秘书；中国晶体学会小角散射专业委员会委员；中国医疗器械行业协会医用高分子制品分会专家。

《医疗器械用高分子材料控制指南》团体标准解读

唐毓婧

中石化（北京）化工研究院有限公司　*邮箱地址tangyj.bjhy@sinopec.com

报告摘要：

2021年3月，国家药品监督管理局发布了建立医疗器械主文档数据库的公告，该公告的发布将会促使医用材料与其他应用领域的材料严格区分开来。然而目前我国尚无标准来定义医用级材料的要求。因此，中国医疗器械行业协会医用高分子制品专业分会牵头，组织医用高分子材料的使用方和生产方相关14家单位共同制定《医疗器械用高分子材料控制指南》（T/CAMDI 106-2023），填补了这一标准的空白，在国内首次形成了针对医疗器械用高分子材料的指导性文件。该指南对医疗器械用高分子材料进行了解释和界定，提出了医疗器械

用高分子材料所涵盖的配方一致性、安全供应及变更管理等基本要求，建立了对医疗器械用高分子材料控制和评价统一指南。文章对该指南重点内容进行解读并介绍了标准贯彻实施的工作方案。指南的落地和实施对整个医疗器械行业将产生深远的影响。

王璐

东华大学

东华大学教授博导。现任纺织面料技术教育部重点实验室主任，国家“纺织生物医用材料，111计划”负责人，纺织行业生物医用纺织材料与技术重点实验室主任。兼任中国纺织工业联合会中产协医疗与健康协会副会长，中国研究型医院学会运动医学专委会委员等。带领团队已产业化人工血管支架覆膜、运医线缆、疝修补补片、功能敷料等纺织基医疗器械，支持企业获12项III类医疗器械产品注册证。发表论文250余篇，获授权国内外发明专利100余件，成果转化20余件。主编《生物医用纺织品》《生物医用纺织品测试与评估》《血管压力治疗》等专著/教材6部。获省部级科技进步一等奖3项，省部级教学成果奖一等奖7项。获致公党全国优秀党员、上海市三八红旗手等荣誉。

生物医用纺织品从实验室研究到临床应用的实践

王璐

东华大学 纺织学院

报告摘要：

报告简要介绍生物医用纺织材料与技术特点与优势，重点汇报课题组针对临床不同适应证需求，基于多元纺织微成型设计制备技术以及材料的功能改性技术，开展的系列生物医用纺织品及其器械的应用研究与开发工作，包括人体植入用人工血管覆膜和功能缝线、非植入用功能敷料和一体化诊疗试纸、预防康复用压力纺织品和个性化护踝等纺织基医疗器械。

吴爱国

中国科学院宁波材料技术与工程研究所

研究员、国家杰青、中科院百人，国际生物材料科学与工程学会联合会会士(FBSE)，英国皇家生物学会会士(FRSB)，英国皇家化学会会士(FRSC)。现任中科院宁波材料所学术委员会副主任、中国生物材料学会理事、中国生物物理学会材料生物学与智能诊疗技术分会、中国抗癌协会纳米肿瘤学专业委员会、中国超声医学工程学会超声分子影像专业委员会及中国生物医学工程学会纳米生物医学工程学分会等4个副主任委员及中国化学会分析化学学科委员会委员等。专注于分子影像探针生物材料及其相关仪器设备研究，在MRI探针材料、超声造影成像探针材料及NPY靶向的肿瘤治疗可视化成像探针材料和仪器开发等方面形成了独创性的研究体系做出了系统性贡献，先后在Adv Mater、Nano Lett、ACS Nano、Biomaterials及Chem Soc Rev等发表通讯（含共同）文章300余篇，被引用超2万次，获Nano Research杂志首届全球Nanobiotech青年创新奖(2018)等、中国分析测试学会科学技术奖励特等奖(2/10)及宁波市科学技术一等奖(1/7)等，出版专著4部（Wiley和中国科学出版社等）。获得中欧美专利112件（含美欧4件），牵头制定国家和团体标准各1项。

基于拉曼光谱增强技术的循环肿瘤细胞分析检测研究

吴爱国

1中国科学院宁波材料技术与工程研究所 中官西路1219号 宁波 315201

2宁波慈溪生物医学工程研究所 学林路99号 慈溪 315300

*Email: aiguo@nimte.ac.cn（通讯作者电子邮件地址）

报告摘要：

循环肿瘤细胞（CTCs）是从肿瘤组织脱落进入血管的肿瘤细胞，许多肿瘤在只有一个毫米的情况下，已经能够在血液里中检测到CTCs，早于影像学检查手段。CTCs携带了大量的肿瘤分子学信息，而且，相比于组织活检，其风险及并发症的概率相对较低。因此，CTCs作为一种潜在的早筛早诊标志物，在实体肿瘤早期筛查/诊断、癌种/分型鉴定、术后评估中具有重要的临床价值。但CTCs在外周血样中丰度少，而且鉴定难度大，如何快速准精准地检测到CTCs，且准确判别CTCs分子信息是肿瘤液体活检面临的巨大挑战。荧光技术具有灵敏度高的优势，但光漂白不稳定和难以直接提供CTCs细胞的组分结构信息，限制了其在CTCs检测领域的进一步发展。

表面增强拉曼散射（Surface-enhanced Raman Scattering，简称SERS）光谱具有灵敏度高、稳定性好、无损检测、高效分析、选择性增强特性及抗干扰能力强等检测诊断优势。而且，SERS所特有的“指纹”光谱/图像技术对在复杂生物环境中特定蛋白组分的识别，可以提升CTCs检测的准确率和特异性，以应用于解决目前市场上CTCs检测存在的问题。近10年来，中科院宁波材料所的团队在SERS探针检测CTCs领域已取得阶段性的科研成果，发展了一系列新型的高性能SERS探针应用于肿瘤细胞检测/分型鉴定。本报工作中，将做详细汇报【1，2】。

杨磊

河北工业大学

河北工业大学生命科学与健康工程学院院长，教授，国家杰青、优青及国家海外人才项目入选者，主要从事生物材料的力学和仿生学研究及医疗器械转化医学研究与开发。

高可塑性生物降解型骨修复材料的转化医学研究和应用

杨磊

河北工业大学生命科学与健康工程学院　*ylei@hebut.edu.cn

报告摘要：

针对越来越高发的老年人骨质疏松性骨折，考虑到患者的低骨量、骨质量差、愈合缓慢和特殊好发部位等不同于一般创伤性骨折的特点，需要赋予骨质疏松骨折骨缺损修复材料的高生物活性及与植入环境动-静态适配的力学性能。由于骨修复材料植入体内后骨组织的形成过程十分复杂，本文通过构建一系列高可塑性生物降解型骨修复材料以模拟对宿主骨形成细胞起最大支持作用的细胞外环境，以及与植入环境动-静态适配的力学性能，以适时恢复骨折部位的力学稳定性与结构完整性。这些材料的应用和转化研究对突破骨质疏松性骨折骨缺损修复的瓶颈问题具有较高的科学价值和临床应用前景。

朱向东

四川大学

四川大学研究员、博士生导师，国家生物医学材料工程技术研究中心中试部负责人，四川省青年科技创新研究团队带头人，蓉城英才计划创新领军人才。兼任中国生物材料学会生物陶瓷分会副主任委员、四川省生物医学工程学会副理事长、四川省国际医促会骨科科技创新与转化专委会副主任委员，Regen Biomater、Appl Mater Today及Int J Nanomed期刊编委等十余项学术任职。长期从事组织诱导性生物材料及植入器械研发，已主持国家重点研发计划项目、国家科技支撑计划课题、国家自然科学基金项目等10余项，在Sci Adv、Adv Funct Mater、Biomaterials等期刊上发表学术论文120余篇，牵头/参与制定国家/行业标准3项，授权国家发明专利30项，已转化7项，获2019年四川省自然科学一等奖。

基于纳米羟基磷灰石的先进医疗器械研发

朱向东，张兴栋

四川大学，国家生物医学材料工程技术研究中心

*zhu_xd1973@scu.edu.cnl

报告摘要：

羟基磷灰石是人体骨牙组织的主要无机组分，其良好的生物相容性和生物活性已得到广泛的研究和证实，迄今作为骨修复材料、生物活性涂层、义眼台、软组织增强等植入器械研发及应用已相对成熟。本课题组作为国内最早从事羟基磷灰石生物材料研究的单位之一，早期已获批了可用于骨与软组织修复的羟基磷灰石生物活性陶瓷产品注册证，在骨科、眼科及医美领域得到了较为广泛的应用。近年来，纳米材料及医学应用得到了研究者的广泛关注，与纳米材料相关的医疗器械研发也日益增多，展现出良好的应用前景。纳米羟基磷灰石作为一种无机纳米材料，早在上世纪90年代日本科学家就报道了它的肿瘤增殖抑制效应，其体内生物安全性也得到了一定的研究和确认。近年来，本课题组及国内外其他团队围绕纳米羟基磷灰石开展了较为系统的研究，相继报道了纳米羟基磷灰石在骨与软组织修复、肿瘤治疗等方面展现出与传统微米羟基磷灰石更优异的生物学性能，比如大幅提升干细胞的成骨分化、成纤维细胞的增殖及胶原分泌，抑制肿瘤细胞的增殖等，但迄今尚无相应的产品上市应用。本报告将重点介绍课题组围绕纳米羟基磷灰石开展的系列研究成果，尤其是基于纳米羟基磷灰石的先进医疗器械研发进展及监管科学的一点思考。

尹川

上海交通大学医学院附属第九人民医院

3D 打印 Ti6Al4V 多孔植入物的紫外 LED 表面功能化

尹川

上海交通大学医学院附属第九人民医院

ABSTRACT

Three-dimensional (3D)-printed porous Ti6Al4V implants play an important role in the reconstruction of bone defects. However, its osseointegration capacity needs to be further improved, and related methods are inadequate, especially lacking customized surface treatment technology. Consequently, we aimed to design an omnidirectional radiator based on ultraviolet (UV) photofunctionalization for the surface treatment of 3D-printed porous Ti6Al4V implants, and studied its osseointegration promotion effects in vitro and in vivo, while elucidating related mechanisms. Following UV treatment, the porous Ti6Al4V scaffolds exhibited significantly improved hydrophilicity, cytocompatibility, and alkaline phosphatase activity, while preserving their original mechanical properties. The increased osteointegration strength was further proven using a rabbit condyle defect model in vivo, in which UV treatment exhibited a high efficiency in the osteointegration enhancement of porous Ti6Al4V scaffolds by increasing bone ingrowth (BI), the bone-implant contact ratio (BICR), and the mineralized/osteoid bone ratio. The advantages of UV treatment for 3D-printed porous Ti6Al4V implants using the omnidirectional radiator in the study were as follows: 1) it can significantly improve the osseointegration capacity of porous titanium implants despite the blocking out of UV rays by the porous structure; 2) it can evenly treat the surface of porous implants while preserving their original topography or other morphological features; and 3) it is an easy-to-operate low-cost process, making it worthy of wide clinical application.

徐家壮

四川大学

主要从事医用高分子材料表面功能化的基础与应用研究，提出了表面引发胶束聚合等多个新型的表面改性技术，实现气管导管的亲水润滑改性，有效降低了气管插管并发症。获得了国家自然科学基金优秀青年科学基金、四川省杰出青年科学基金、四川省“天府青城计划”天府科技菁英等荣誉；以第一或通讯作者在 Advanced Materials、Biomaterials、Macromolecules 等高水平学术国际期刊发表论文 90 余篇，其中中科院一区论文 50 余篇，SCI 他引 4000 余次，入选斯坦福全球前 2%顶尖科学家榜单（2023）；主持了国家自然科学基金、四川省省院省校科技合作研发项目等国家级省部级科研项目 10 余项；申请国家发明专利 20 件，已授权 11 件（完成技术转让 1 件）；获四川省自然科学一等奖（排名 4）、四川省自然科学二等奖（排名 2）等省部级奖励 5 项；担任《Journal of Materials Science & Technology》、《功能高分子学报》等期刊青年编委。

医用管道表面功能涂层构筑及降低置管并发症研究

徐家壮[1,*]，魏雨晴[1]，王浚洋[1]，梁丹玫[2]，苟菊香[2]，李卡[2]，李忠明[1]

[1]四川大学高分子科学与工程学院，成都，610065

[2]四川大学华西护理学院，成都，610041

*Email: jzxu@scu.edu.cn

摘要正文：

气管导管能为无法自主呼吸患者输送氧气，维持最基本生命活动，是临床上最常使用的医用导管之一。然而，导管置入、留置、拔出过程导致各种并发症，导致发音困难、喉咙痛和吞咽困难，可造成气管食管瘘等危及生命的严重并发症。针对导管表面特性与人体黏膜组织不匹配而易引起并发症这一问题，我们通过HA基胶束的分子间缔合，模拟黏膜的水合润滑涂层，制备高度润滑的涂层，降低摩擦系数并提高抗蛋白粘附性能，降低置管对声门与气管的损伤。为提高涂层与导管界面间的作用力，受到自然界中黏膜结构和功能的启发，在气管导管表面构建化学接枝的类黏膜共形修饰涂层，降低置管损伤与痛感，达到去阿片化。为解决气管插管内表面导致的插管相关并发症，受上皮层启发，我们在气管表面构筑保护屏障涂层，其不仅具有良好的亲水润滑性能，还具有优异的抗污和杀菌性能，相应气管在保持外表面润滑的同时，还降低气路阻塞的风险[1-4]。以上研究可显着降低置管相关并发症，并具有良好的临床应用前景。

黎鸿森

滨州医学院

中共党员，滨州医学院药学专业硕士在读，在校期间多次获得校级一等奖学金，参与国家自然科学基金等项目，获国家级奖项 2 项、省部级奖项 6 项，参与发表 SCI 论文 3 篇，影响因子共计 24.3 分，主要研究方向为新型载药系统在肿瘤治疗中的应用。

基于ROS响应的新型共价分子前药及纳米给药系统的设计与抗肿瘤研究

黎鸿森[1]，韩博傲[1]，王荣义[1]，张家婧[1,*]

[1]滨州医学院，山东省烟台市莱山区观海路 346 号，264003

*Email: jiajing_z@163.com

[目的] 癌症是全球 112 个国家居民死亡的第一或第二大原因[1]。光触发前药也由于其非侵入性和远程时空控制能力在肿瘤治疗中显示出巨大的潜力[2]。基于此，本课题设计了一种高效促进线粒体凋亡的纳米药物 CTT_2P@B，并对其进行了一系列抗肿瘤研究。

[方法] 本课题首先通过活性氧敏感键缩硫酮（TK）将光敏剂卟啉衍生物（$TPPOH_2$）和化疗药喜树碱（CPT）共价连接得到 CTT_2，接着用（3-羧丙基）三苯基溴化膦（PPh_3）与 CTT_2 共价连接得到具有线粒体靶向作用的 CTT_2P。通过 BSA 包裹 CTT_2P，构建出了用于递送前 CTT_2P 的纳米给药系统 CTT_2P@B。并对其进行了结构鉴定、纳米包封载药及体外释放等测试；之后在细胞层面评价了 CTT_2P@B 在小鼠乳腺癌细胞（4T1）的细胞毒性、细胞凋亡；最后，建立小鼠肿瘤模型，通过体内分布实验和抗肿瘤研究验证纳米药物的肿瘤蓄积和抗肿瘤能力。

[结果] 本课题成功合成了具有线粒体靶向作用的分子前药 CTT_2P；成功制备出了形貌良好的纳米药物 CTT_2P@B，其粒径、电位测试及包封率、载药量计算结果显示 CTT_2P@B 纳米药物的水合粒径为 92.89 ± 4.06 nm，电位为-36.13 ± 0.68 mV，包封率和载药量分别为 43.98 ± 2.38%、2.75 ± 0.15%；体内抗肿瘤研究和组织形态学结果显示，激光照射下 CTT_2P@B 纳米粒具有优异的体内抗肿瘤效果。

[结论] 本课题成功设计并制备了一种高效促进线粒体损伤从而促进细胞凋亡的 ROS 响应型的分子前药 CTT_2P，并通过 BSA 包封制备出 CTT_2P@B 纳米药物。一系列研究结果表明，这种激光触发的、线粒体靶向的、能够高效促进线粒体凋亡的纳米给药系统可以为癌症治疗提供一种新的选择。

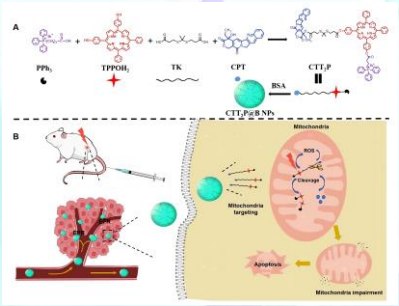


Fig. 1 Design of mitochondria-targeted ROS-responsive nanomedicine. (A) Schematic of each part of the CTT2P prodrug-linked compound and its encapsulation into CTT2P@B NPs by BSA. (B) Schematic diagram of CTT2P NPs release and treatment at local tumor sites.

梁陆新

中南大学湘雅二医院

增材制造医用锌合金微观组织及性能研究

梁陆新[1,*]，刘景博[2]，王冰[1]，吴宏[2]

[1]中南大学湘雅二医院、脊柱外科，中国长沙 410011

[2]中南大学粉末冶金国家重点实验室，中国长沙 410083

*Email: liang_luxin@163.com（通讯作者电子邮件地址）

摘要正文：

锌合金由于其优异的降解特性、生物相容性、与骨组织生长速率更匹配的降解速率，成为近年来的研究热点，在血管腔内支架、骨科及口腔科内固定材料领域拥有巨大的应用潜力。但是增材制造纯锌的强度，延伸率和腐蚀速率仍然不能满足临床需求。采用 Zn 和 Zn-Cu 合金球形粉末为原材料，Zn 粉末 D50 为 22um，Zn-Cu 合金 D50 为 23um。粉末在氩气环境下，混合 12h。采用激光选区熔化（FS121M-B5）打印锌合金，打印仓氧含量小于 60ppm，激光能量分别为 70，80 和 90W，铺粉厚度 30μm、扫描间距 70μm，扫描速率 300-600mm/s。采用 EBSD、SEM、TEM 测试材料的微观组织和物相组成，万能力学试验机测试力学性能，电化学和浸泡法测试合金的腐蚀性能，并检测了生物相容性。相对于 Zn，Zn-Cu 合金能显著提高极限拉伸强度（UTS），Zn 和 Zn-Cu 合金极限拉伸强度和延展性会随着激光能量密度的增加而降低。纯 Zn 具有树枝状微观结构，而 Zn-2Cu 合金具有胞状晶。球形胞状晶的形成是由于 Zn-Cu 合金在激光增材制造过程中温度梯度较低引起的。Zn-2Cu 样品中存在大量的细晶，有较高的晶间密度，表现出更高的腐蚀速率。在非钝化环境中，细晶粒材料的腐蚀速率会提高。不过，与非钝化环境相比，Zn-2Cu 样品的浸提液呈现更高的细胞活性值，从而证实了它们具有更好的细胞相容性。这项研究表明，设计和调控可生物降解的 Zn 生物可降解锌合金以满足临床需求的巨大潜力。

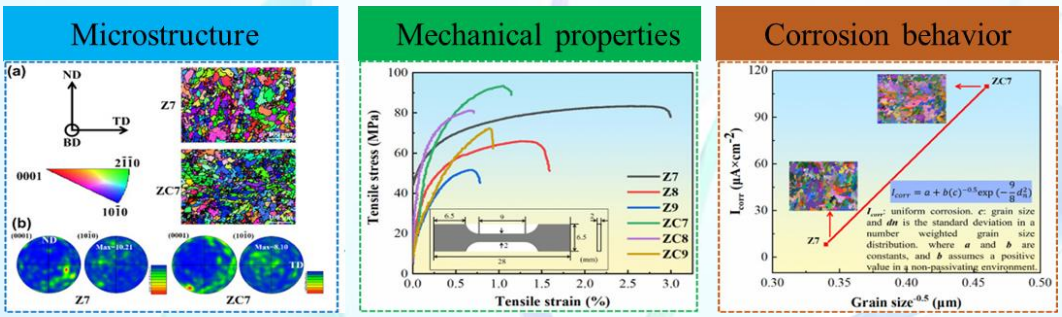


Fig. 1 Microstructure, mechanical properties and corrosion behavior of additively manufactured Zn-Cu alloys

何伟

北京石油化工学院

通过 MAO-聚己内酯改性氧化锌复合涂层增强 AZ91D 镁合金的防腐、抗菌和生物相容性能

何伟[1]，邵子婕[1]，何江海[1]，张玉林[2]，孙梦舸[1]，蒋雅琪[1]，温振国[1]，陈飞[1,*]

[1]北京石油化工学院，大兴区清源街道清源北路 19 号，102617

[2]兰溪市镁材料研究所，浙江省金华市兰溪市上华街道，321100

*Email: chenfei@bipt.edu.cn

摘要正文：

镁合金是一种可生物降解的金属植入材料，但在人体环境中易被腐蚀，生物相容性较差。本研究采用微弧氧化（MAO）技术在AZ91D 镁合金上制备了陶瓷层，并在陶瓷层上复合了聚己内酯（PCL）--水柠檬酸改性纳米氧化锌（ZnO）。结果表明，与镁合金相比，MAO-聚己内酯改性 ZnO 复合涂层具有更高的耐腐蚀性，在模拟体液（SBF）中的电化学阻抗值从 8.444 × 10^2 Ω cm^2 增加到 1.0397 × 107 Ω cm^2。同时，浸泡试验、抗菌试验、溶血试验、细胞活力和增殖试验等数据表明，与镁合金相比，该膜层的生物相容性有了很大提高。综述所述，该复合涂层在骨科植入物的生物医学应用方面具有相当大的潜力。

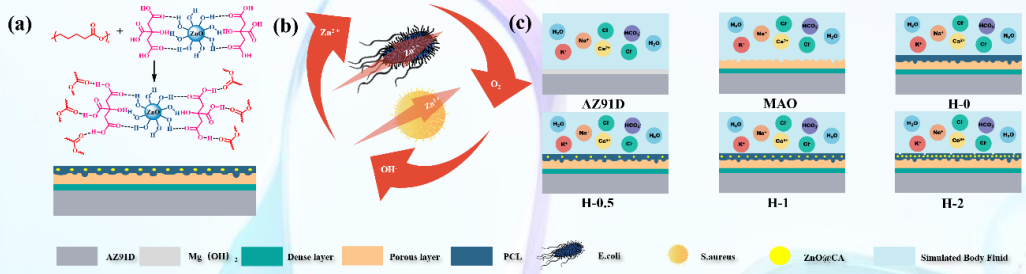


Fig. 1 (a)Schematic mechanism of PCL-ZnO@CA polymer membrane layer, (b)Antimicrobial mechanism, and (c)Corrosion resistance mechanism.

Sample code	R_s(Ω•cm^2)	CPE_{coat} (F•cm^{-2})	n_{coat}	R_{coat} (Ω•cm^2)	CPE_{oxide} (F•cm^{-2})	n_{oxide}	R_{oxide} (Ω•cm^2)	CPE_{dl} (F•cm^{-2})	n_{dl}	R_{ct} (Ω•cm^2)
AZ91D	45.46	4.641×10^{-8}	0.9985	41.12	/	/	/	1.7724×10^{-5}	0.83886	8.444×10^{2}
MAO	6.729	1.9859×10^{-8}	0.98155	2498	/	/	/	2.9421×10^{-7}	0.81524	3.8134×10^{5}
H-0	18.98	1.2871×10^{-8}	0.94416	4255	/	/	/	9.2099×10^{-8}	0.78732	1.159×10^{7}
H-0.5	17.28	2.8716×10^{-8}	0.91163	7920	3.1231×10^{-8}	0.94132	2.8358×10^{6}	9.1732×10^{-8}	0.85601	1.0912×10^{7}
H-1	7.158	8.384×10^{-9}	1.000	3228	/	/	/	4.617×10^{-9}	0.83416	1.5451×10^{7}
H-2	61.24	3.0616×10^{-8}	0.84016	6347	/	/	/	3.3221×10^{-8}	0.86846	1.0397×10^{7}

Table 1. EEC fitting electrochemical parameters in SBF.

闫秋艳

中国科学院长春应用化学研究所

副研究员，2020年起在中国科学院长春应用化学研究所，高分子物理与化学国家重点实验室工作，入选吉林省高层次创新人才。

主要从事医用材料研究工作，以第一作者/通讯作者身份在Proc Natl Acad Sci USA、Nat Commun 等国际著名学术期刊发表SCI检索论文12篇；申请国家发明专利6件，美国发明专利1件，已授权专利2件。主持国家自然科学基金委、吉林省基金等基金项目多项。

强力湿组织粘接的抗溶胀组织粘合剂

闫秋艳[1,*]，孙文[1]，刘廷武[1]，杨然[1]，栾世方[1,*]

[1]中国科学院长春应用化学研究所，吉林省长春市，130022

*Email: qyyan@ciac.ac.cn, sfluan@ciac.ac.cn

报告摘要：

粘合剂对多种材料表面的湿态粘结在工业和生物医学领域，如止血、闭合伤口及植入物固定等，发挥着重要作用。然而，水化层的存在阻碍了粘合剂与界面的相互作用，使得粘合剂对界面的粘接强度较低。同时，水环境会引发粘合剂的吸水溶胀，最终导致粘附失效。因此，构建可在生理环境下，实现对湿组织强力粘接的抗溶胀医用粘合剂，对于严重创伤患者的救治具有重要意义。受水生硅藻长期水下粘附的启发，利用疏水性丙烯酸正丁酯（BA）和亲水的甲基丙烯酸（MA）单体在DMSO中的预聚合，制备了一种水触发凝聚体粘合剂。其对猪肠衣的水下粘接强度可达124 kPa，且浸泡水中50 h后的粘附强度达150 kPa [1]。利用γ-PGA和N-羟乙基丙烯酰胺单体，通过自由基聚合形成半互穿网络的方法，制备了凝胶时间更短、本体强度更高和湿粘附性能更强的可注射胶粘剂。该粘合剂能够有效预粘附在心脏和不可按压的肝组织表面，确保其不被血流冲走。紫外照射1 s即可凝胶，其对湿猪皮的剪切粘附强度达22.3 kPa，与CA胶（28.4 kPa）相当。紫外照射30 s后，该胶的剪切粘附强度达254.5 kPa，并能耐受626.4 mmHg的超高爆破压力[2]。创新性利用疏水性环烯酮缩醛单体和亲水性丙烯酸酯单体的原位自由基开环聚合反应，制备出一种性能可调控、主链可降解的强力黏合剂（BDRA）。通过改变对共聚单体种类和比例的调控，即可实现BDRA的固化时间（几秒~小时）和模量（100 kPa ~ 10 GPa）可实现的宽范围调控，使其满足更多的医用场景的应用需求[3]。

权莉

淮阴工学院

淮阴工学院机械与材料工程学院副院长，教授，硕士生导师。2012 年毕业于中国科学院理化技术研究所，获得理学博士学位；随后于 2012 年至 2014 年在中国科学院长春应化所从事博士后研究工作；2013 年至 2016 年，在南京大学担任副研究员，深入研究荧光材料；2018 年至 2019 年，作为访问学者，在美国休斯敦大学进行了学术交流和研究工作；自 2016 年起，一直在淮阴工学院任教。主要研究领域集中在荧光材料的研发及其在阿尔茨海默症（Alzheimer’s Disease, AD）早期诊疗中的应用。从分子结构的角度出发，设计并研发了能够靶向识别阿尔茨海默症早期生物标志物的荧光探针。在此基础上，改进和发展了检测方法，成功研发了一种便捷且操作性强的阿尔茨海默症荧光检测技术。截至目前，已在《Alzheimer’s Dement.》、《Chem. Commun.》、《Polymer》、《ACS Appl. Mater. Interfaces》、《Bioconjugate Chem.》等国际知名期刊上发表 SCI 论文 60 余篇。研究工作获得了国家基金委、江苏省青蓝工程、江苏省高层次创新创业人才引进计划、淮安市政府的支持，主持了省部级以上科研项目 10 余项，获淮安市十大发明专利奖、江苏省巾帼科技创新最具市场潜力奖，获“挑战杯”竞赛省级一等奖 1 项、二等奖 1 项，国家级银奖 2 项，“互联网+”省赛三等奖 1 项。此外，还担任了“江苏省高新技术企业入库评审专家”、“江苏省研究型医院学会认知障碍专业委员会委员”，加入“江苏省女科技工作者联盟”。

一种用于检测和干预早期阿尔茨海默病中β淀粉样蛋白寡聚化的近红外探针

权莉[1,*]，林文孩[3]，宋钦涌[1]，岳江涛[1]，徐金尧[1]，王科威[1]，谢志刚[2]

[1]淮阴工学院 江苏省医用材料及高端医疗器械工程研究中心，江苏省淮安市枚乘东路 1 号，230000

[2]中国科学院长春应用化学研究所，吉林省长春市人民大街 5625 号， 130022

[3]苏州大学药学院，江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号，215123

*Email: quanli99@126.com

摘要正文：

β淀粉样蛋白(Aβ)在人脑中的错误折叠和沉积是阿尔茨海默病(AD)病理的主要特征。驱动阿尔茨海默病发病机制的一个关键因素是可溶性寡聚物Aβ的产生，它可能作为一种生物标志物来指示阿尔茨海默病。考虑到Aβ片段C端的双苯丙氨酸(diphenylalanine, FF)在AD病理过程中扮演着核心角色，基于FF的疏水性质，我们研发了一种近红外BF_2-二吡咯甲烷荧光成像探针(NB)，用于检测可溶性和不溶性的Aβ。研究结果显示，NB不仅能与Aβ结合，尤其是与Aβ寡聚物结合，而且能通过NB与FF之间的π-π相互作用干扰Aβ的自组装。这一发现对于阿尔茨海默病的早期诊断具有重要的意义，同时，它也可能为减缓甚至阻止阿尔茨海默病的发病和进程提供一种创新的治疗策略。

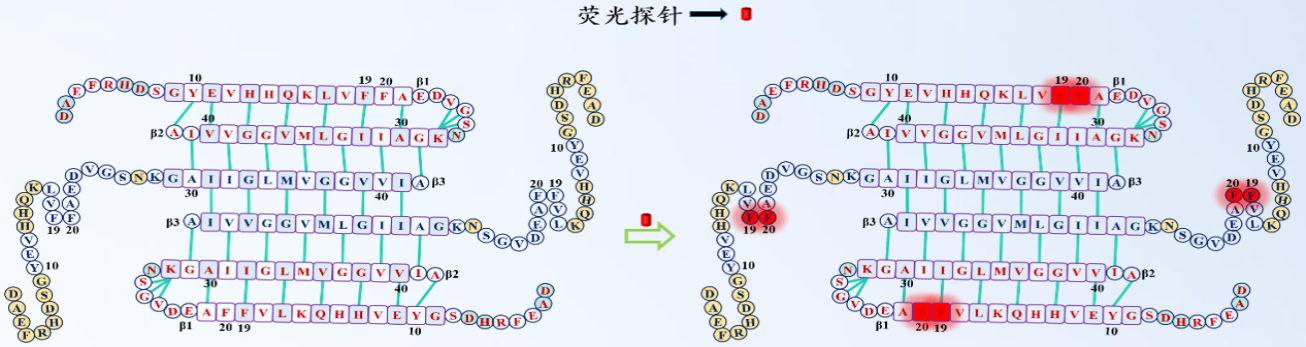


Fig. 1 Design and synthesis of an oligomeric Aβ specific near infrared probeNB. NB could be potentially useful in the early diagnosis (via imaging) of AD via binding to the FF of oligomeric Aβ.

沈娜

中国科学院长春应用化学研究所

2014年毕业于吉林大学并获得博士学位，2011-2014年期间先后在美国俄亥俄州立大学和明尼苏达大学交流访问，2015 年加入中国科学院长春应用化学研究所陈学思院士团队至今，先后为博士后、助理研究员，并于 2021 年晋升为副研究员。以第一或通讯作者在 Adv. Mater.(2)、Nano Lett.(4)、Biomaterials(1)、CCS Chemistry(1)、Clin. Cancer Res.(1)、Oncogene(1)等期刊发表论文 21 篇，申请中国发明专利 10 件（授权 3 件）；主持国家自然科学基金面上项目 2 项、省部级项目 4 项，吉林省优秀青年科技人才、中国科学院青年创新促进会；参与国家自然科学基金重点项目等 5 项。入选吉林省优秀青年科技人才（2023 年），中国科学院青年创新促进会会员（2022 年），吉林省域拔尖人才（D 类），中国科学院青年创新促进会长春分会委员。

聚氨基酸载体纳米药物的肿瘤靶向递释

沈娜[1*]，汤朝晖[1]，陈学思[1]

[1]中国科学院长春应用化学研究所，吉林省长春市人民大街 5625 号，130000

*Email: nshen@ciac.ac.cn

摘要正文：

癌症严重威慑我国人民的生命健康。据国家癌症中心发布的最新数据显示，2022 年，中国新确诊癌症约 482 万例，约有 257 万中国人因癌症而死亡。提高癌症治疗水平、保护我国人民的生命健康是直接关系着我国国家安全和可持续发展的重大需求。药物治疗是癌症治疗的主要手段之一，如化疗和免疫治疗，在癌症治疗领域具有不可替代的地位，然而严重毒副作用是当前癌症治疗过程中不可避免的，其重要原因是药物的肿瘤靶向性和选择性不足，在抑制肿瘤生长的同时也引发多脏器功能损伤。主动肿瘤靶向药物输送和肿瘤选择性药物激活策略具有提高药物肿瘤选择性的潜力，但是，由于肿瘤组织与正常组织之间差异性不足，传统策略的效果都不尽人意。因此，如何提高药物的肿瘤靶向性和选择性是一项关键科学问题，它是降低毒副作用，提高疗效的关键。

本研究围绕聚氨基酸载体纳米药物的肿瘤靶向递释，从策略、理论和应用三个方面出发，开展系列研究并取得创新成果：1）基于聚谷氨酸血管阻断剂放大的肿瘤基质金属蛋白酶、凝血和乏氧信号，提出诱导剂放大肿瘤靶点、自激活、凝血靶向乏氧激活等一系列肿瘤靶向递释新策略[1-3]；2）发现超声化学激活四价铂前药理论，超声激发声敏剂核黄素产生超氧阴离子，可进一步激活四价铂前药[4]；3）应用肿瘤靶向递送纳米技术，基于肿瘤高表达 PDL1，以聚谷氨酸-多价 Fc 结合肽为载体，开发 PDL1/CD3/4-1BB 三特异性 T 细胞衔接器制备新方法[5]。因此，本研究为聚谷氨酸载体纳米药物的低毒高效治疗提供了理论和技术基础。

徐丽广

江南大学

江南大学教授、博导。入选了万人计划青年拔尖人才计划、获得江苏省杰出青年基金和江苏省青年科技奖等。主持了国家自然科学基金及国家重点研发计划等在内的10项省部级以上项目或课题。以第1或通讯作者共发表相关论文75篇，其中近5年，申请人以第1或通讯（含共同通讯）作者发表论文52篇，包括*Nature* 1篇、*Nat. Aging* 1篇、*Nat. Commun.* 2篇、*PNAS* 1篇和*Adv. Mater.* 4篇等。发表的全部论文正面他引超过13000次，H指数为67。以第1发明人获得国家授权发明专利34件，并成功转化8件。参与制订了4项国家标准；荣获国家科技进步奖二等奖1项（2017，排5），中国专利银奖2项（2020，排5、2022，排4），江苏省科学技术奖一等奖2项（2021，排2、2018，排3）；目前担任科技部光响应功能分子材料国际联合研究中心副主任、中国研究型医院学会神经再生与修复专业委员会常务委员等。

手性纳米颗粒的生物效应

徐丽广[1]*

[1]江南大学生物界面与生物检测研究所，江苏无锡，214122

*Email: xlg@jiangnan.edu.cn

报告摘要：

手性在生命过程中发挥着独特的功能，由于手性分子与生物体的立体选择性识别，使得分子对映体引发不同的生物学效应。同时，手性纳米颗粒和生物大分子在结构上非常相似，但其化学和生物学特性存在差异，生物体内纳米尺度的手性对生命过程的影响有待明确。因此，手性纳米颗粒调控生物学效应，已成为生命科学、化学、材料科学等多学科研究的交叉前沿和共同热点，通过深入研究有助于理解手性在生物功能调控中的作用。为此，围绕“纳米尺度的手性识别与调控”这一关键科学问题，秉持多学科交叉融通理念，（1）可控合成了与生物分子构象及尺度契合的手性纳米颗粒，揭示了手性纳米颗粒对映体与生物分子几何互补结构的匹配度诱导了差异性识别能力[1-3]；（2）以此为基础，发展了手性纳米颗粒重塑生物分子代谢路径新方法，发现了神经炎症的潜在抑制剂，改善了脑部的神经炎症，恢复了模型小鼠的认知能力[4]；（3）进而，阐明了细胞对手性纳米颗粒的差异性内吞过程，发现了免疫应答激活具有手性依赖性，调控了炎症因子的表达模式，创制了手性纳米免疫佐剂，实现了手性纳米颗粒对生物功能的调控[5]。

安红维

国家纳米科学中心

国家纳米科学中心副研究员，2023年国家优青，北京市科技新星

围绕自组装多肽的生物医用成像材料开展研究。在体内自组装生物医用高分子材料领域取得系列原创性的科研成果，在Nat. Commun.、Sci. Adv.、Adv. Mater.、Angew. Chem. Int. Ed.等期刊发表高水平的学术论文，得到国际同行的广泛认可。申请人积极推进基础研究到临床应用的转化，研发的体内多肽自组装纳米荧光造影剂在膀胱癌患者术中导航方面开展了临床试验（中国临床试验注册号：ChiCTR1900021751）。

体内自组装多肽纳米荧光造影剂

安红维*，王浩*

国家纳米科学中心，北京市海淀区中关村北一条11号，100190

*Email: anhw@nanoctr.cn

报告摘要：

针对肿瘤的治疗，外科手术切除仍是最普遍、最理想的策略。然而，传统的手术中确定肿瘤边界和微小转移灶的方法存在局限性，如手术切缘肿瘤残留和难以实时发现微小肿瘤灶，导致高复发率和转移率。因此，临床上迫切需要发展一种无辐射、高灵敏度、高分辨率、可在术中实时确定肿瘤边界以及发现微小转移病灶的技术手段，以在术中实时引导手术的开展。荧光手术导航技术使用外源荧光分子探针特异性标记肿瘤和关键解剖结构，为外科医生提供实时、高对比度的导航。目前，荧光素钠、亚甲基蓝、5-ALA和ICG等荧光分子探针被广泛应用于临床，但ICG等存在肿瘤特异靶向能力弱、易产生假阳性等问题。为了解决这些问题，我们通过模块化的分子设计，发展了抗荧光淬灭的泛癌种的体内自组装多肽纳米荧光造影。该造影剂通过靶向增强-组装滞留-延迟代谢的级联放大效应，实现了膀胱癌患者肿瘤组织成像的特异性和灵敏度高达93%以上。体内自组装多肽纳米荧光造影不仅可以精准的标记肿瘤边界和微小肿瘤灶，而且可以区分炎症组织和坏死组织。体内自组装多肽纳米荧光造影可以进一步提高荧光手术导航探针的肿瘤靶向特异性，进而提高手术导航的精准性和手术切除的彻底性，为有望荧光手术导航的进一步临床推广和应用提供支持。随着新型荧光分子探针的研发和应用，它将为肿瘤手术治疗带来革命性的改变。

窦金河

山东第一医科大学

工学博士，山东第一医科大学医学人工智能与大数据学院副研究员、硕士生导师。2018年6月于山东大学获得材料科学与工程专业博士学位；2018年-2021年在山东大学材料科学与工程学院进行博士后研究工作，期间在2019.08-2020.09在香港科技大学进行了为期一年的访问交流。

研究方向为医用可降解镁合金表面涂层及其生物学性能的研究。在硬组织修复领域的材料研究与表征方面积累了扎实的理论和实践基础，并系统的研究了金属基植入体材料表面涂层的组织结构性能及其形成机制；可降解医用骨植入体体外降解过程及其机理；可降解医用镁合金涂层的体外生物相容性。

现已在Surface and Coatings Technology，Progress in Organic Coating、Physical Chemistry Chemical Physics、Applied Surface Science等国际期刊发表SCI学术论文30余篇，其中第一/通讯作者论文15篇，发表中文科技核心论文1篇，并已授权国家发明专利3项。

主持中国博士后科学基金特别资助项目、中国博士后科学基金面上项目、山东省自然科学基金青年基金、江苏省自然科学基金青年各1项，多次作为骨干研究人员，参与国家自然科学基金、香港创新及科技基金和企业横向课题的研究工作。

医用镁合金表面复合涂层的微观组织及生物性能研究

窦金河[1#,*]，冯亚康[1]，许文硕[1]，王宏卫[1]，栗周[1]，张远[1]

单位1：山东第一医科大学(山东省医学科学院）医学人工智能与大数据学院，山东省济南市槐荫区青岛路6699号，

摘要正文：

医用镁及其合金具有可降解性、优良的生物相容性、力学相容性等特点[1]，然而，由于耐蚀性差等问题导致其在机体中产生大量氢气、局部pH值升高以及机械完整性的迅速下降，因而限制了其在临床上的应用[2, 3]。本文针对镁合金降解速度过快的特点，选用生物相容性良好的Zn、Ca等元素作为合金化元素制备了不同含量的三元镁合金，并在其表面制备了含有Ca-P和Ca-P-Si的微弧氧化涂层[4, 5]。在此基础上，分别采用溶胶凝胶和壳聚糖对微弧氧化涂层进行封孔处理，以提高镁合金的耐蚀性能[6]。结果表明，在溶胶中浸渍提拉三次得到的复合涂层，其表面均匀，裂纹较少。在壳聚糖醋酸溶液中浸渍提拉两次得到的复合涂层，其表面光滑均匀，未见明显裂纹。模拟体液浸泡实验表明，浸渍提拉两次得到的复合涂层能够有效提高微弧氧化涂层的耐蚀性。电化学实验表明，复合涂层的阻抗值明显高于微弧氧化涂层的阻抗值。大鼠植入实验结果表明复合涂层的植入体具有较慢的降解速率，良好的生物活性。

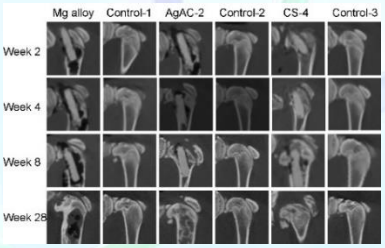


Fig. 1 Micro-CT images of rat femurs at 2, 4, 8 and 28 weeks after surgery

蹇光宇

重庆医科大学附属口腔医院

重庆医科大学在读博士研究生，研究方向为感染性骨缺损的防治体系构建及 3D 打印支架功能化改性的研究。在读期间参与发表 SCI 论文 4 篇，并获得研究生国家奖学金、校级科技创新先进个人等多个荣誉称号。

具有生物物理和生化信号的光交联双网络水凝胶用于感染骨缺损愈合

蹇光宇[1]，李帝泽[1,*]，陈陶[1,*]

[1]重庆医科大学附属口腔医院，重庆市渝北区松石北路 426 号，401147

*Email: Chentao1985@hospital.cqmu.edu.cn

摘要正文：

目的：感染性骨缺损的愈合是一个复杂的生理过程，涉及一系列空间和时间上重叠的事件，包括病原体清除、免疫调节、血管形成和成骨。目前感染性骨缺损的面临着抗生素耐药和修复困难等难题，亟需开发一种新型的生物活性材料协调感染性骨缺损的愈合。

方法：基于骨愈合受到生物化学和生物物理信号共同调控的理论，本研究开发了一种由含铜生物活性玻璃(CuBGs)、甲基丙烯酰化改性明胶纳米颗粒(MA-GNPs)和甲基丙烯酰化丝素(SilMA)组成的杂化水凝胶促进感染性骨缺损愈合。

结果：该杂化水凝胶同时具有适合感染性骨缺损修复的生物物理信号和生化信号，并表现出光交联互穿双网络机制，其中光交联的 SilMA 作为主体网络保证了结构完整性，光交联的 MA-GNPs 胶体网络增加了水凝胶强度并消散了负载力。在感染性骨缺损模型中，水凝胶表现出优异的生物物理特性，如粘附性、对不规则缺损的形状适应性和原位物理增强能力。在生物化学信号上，通过按需从 CuBGs 中有序释放铜、钙和硅等生物活性离子，水凝胶在时空上协调抗菌、免疫调节和骨重塑等生物学事件。

结论：本研究合成的水凝胶可在不使用抗生素或外源重组蛋白的情况下有效控制感染，通过提供生物物理和生化双重信号加速感染性骨缺损的修复。

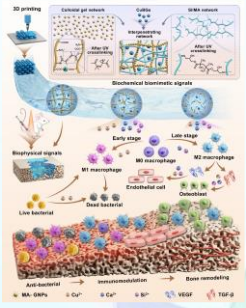


Fig. 1 Schematic diagram showing the design principle of the hybrid hydrogel and the mechanism of the hybrid hydrogel induced infected bone defect regeneration through spatiotemporally regulating the healing process.

生物材料青年科学家分会

陈填烽

暨南大学

暨南大学教授，国家杰出青年基金获得者、万人计划专家、国家863青年科学家、教育部新世纪优秀人才，广东省五一劳动奖章获得者。现任化学与材料学院院长、广东省纳米化学创新药物工程技术研究中心主任。研究方向为硒纳米医学与疾病精准诊疗应用，在Nat Comm、Signal Transduct Target Ther、Matter、Sci Adv、J Am Chem Soc、Angew Chem Int Ed、Adv Mater等本领域重要期刊发表论文超过300篇，IF>10论文90篇，封面论文40篇，h-index 81，连续四年入选“中国高被引学者”榜单、全球顶尖10万科学家榜单。申报中国专利92项，授权国家发明专利42项，实现技术成果转化13项，实现了纳米硒GMP吨级生产，并开展多中心临床研究。以第一完成人获得2023年广东医学科技奖二等奖、2020年高等学校科学研究优秀成果奖技术发明二等奖、2020年中国抗癌协会科技二等奖、2018年中华医学科技奖青年科技奖、2018年广东省自然科学二等奖等科技奖励。并以第一完成人获得2023年全国高校混合式教学设计创新大赛一等奖、设计之星，以及广东省高校教师教学创新大赛二等奖等教学奖励。

硒纳米药物的肿瘤精准增敏与临床转化探索

陈填烽

暨南大学化学与材料学院，广州，510632

E-mail: tchentf@jnu.edu.cn

报告摘要：

本次汇报主题将围绕肿瘤放疗中的关键科学问题，以及如何解决放疗毒性、放疗耐受和免疫抑制三大瓶颈，开展创新型硒纳米药物(SeNPs)的研究。我们根据肿瘤的生化特点，设计具有靶向性的SeNPs，实现精准给药，减少毒副作用。同时构建了具有肿瘤微环境响应特性的精确控释SeNPs用于克服肿瘤抑制瓶颈，提高肿瘤放疗敏感性和逆转放疗耐受。此外，我们还探索了通过SeNPs调节硒蛋白活性来激活自然/过继免疫系统的放射/免疫协同治疗策略与临床转化应用，并揭示其逆转放疗诱导的免疫抑制的分子机制。

陈雨

上海大学

教授、博士生导师；国家自然科学基金优秀青年基金获得者，国家“万人计划”青年拔尖人才，国家重点研发计划首席科学家，上海市优秀学术带头人。中国抗癌协会青年理事会常务理事、中国化学会青年工作委员会委员、《Exploration》副主编、《Science Bulletin》Executive Member of Editorial Board、《Materials Today Chemistry》Editorial Board Member、《无机材料学报》编委等；在材料医学领域以第一或通讯作者共发表SCI论文300余篇，论文被引用36000余次，H-index为104，连续六年入选“全球高被引科学家” （2018-2023）。

生物催化材料

陈雨

上海大学，上海 200444 chenyuedu@shu.edu.cn

报告摘要：

负载抗癌药物的递送载体会随血液全身分布，且负载的药物具有高细胞毒性，易对正常组织和器官造成严重毒副作用，为解决这一关键科学问题，创新地将无机生物材料的“催化性能”与“疾病诊疗”有机结合起来，不使用化疗药物，仅利用生物催化材料触发的“催化反应”治疗疾病，应用在“疾病微环境响应”或/和“外场响应”的“生物催化材料”的设计/可控制备、性能优化、生物学效应调控和针对恶性肿瘤等重大疾病诊疗研究中。聚焦生物材料的“催化功能”，合理设计和制备“疾病微环境响应”或/和“外界场激发响应”生物催化材料，系统探索其在疾病诊疗特别是肿瘤高效、安全治疗中的应用。

程冲

四川大学

四川大学高分子科学与工程学院特聘研究员，博士生导师，国家四青人才，四川省特聘专家。主要研究方向为设计高分子基先进催化材料及开发其在生物医药及能源催化领域的应用。主持基金委重点国际(地区)合作研究项目及2项面上项目、四川省重点国际科技创新合作项目等，并参与国家重点研发计划干细胞生物材料专项1项（子课题负责人）。以第一和通讯作者在Nature Materials、Chemical Reviews、Nature Communications、Science Advances、Advanced Materials (15篇)、Angewandte Chemie (8篇)等国内外高水平期刊上发表论文130余篇，共发表论文近200篇，总引用10000余次，H-index为52，其中12篇入选ESI高被引，20篇封面论文。在申及授权中国发明专利30项，担任InfoMat、Nano-Micro Letters、Advanced Fiber Materials、Exploration等多个国际期刊的杂志（青年）编委，中国材料研究学会纤维材料改性与复合技术分会第一届理事会常务理事。

抑菌抗炎高分子人造酶医学材料

程冲

四川大学高分子科学与工程学院　*chong.cheng@scu.edu.cn

报告摘要：

我国是人口大国，各种组织损伤及相关炎性疾病的病患群体数量非常庞大，如慢性皮肤溃疡、骨关节炎及软骨缺损、口腔根尖周炎及颌骨缺损等。相关疾病往往创面或组织缺损大、坏死严重、炎性反应强，极易发生细菌感染，因此创面/组织愈合十分困难，自身极难修复。开发和制备具备抑菌、抗炎及促组织再生的生物医用材料对满足不同组织修复和治疗极为重要，相关领域已成为临床治疗中急需解决的难题，也是关系到人民健康的国家重大需求问题。本团队近年来提出通过构建高分子人造酶材料来实现高效抑菌、抗炎和促再生治疗效应，团队利用高分子化学结合材料基因工程技术，高通量设计和筛选了大量生物医用人造酶材料。通过医工结合的研究模式，开发出多种可高效抑菌、抗炎及促再生的人造仿酶生物医用材料。并从分子及原子尺度上表征其活性中心、分析其活性配位结构及物理化学性质，阐明了不同人造酶结构对不同ROS种类的催化效率及特性，结合理论分析阐明其构效关系及催化机理。此外还利用体外干细胞实验、动物创伤及炎性疾病模型等实验探明其抑菌、抗炎促组织再生性能、作用机制与生物安全性。团队以临床治疗为导向，针对解决和探索临床治疗重大需求的关键前沿科学问题，已研发出多种具有自主知识产权的新型生物医用高分子材料，并为该领域的发展提供原创性的生物医用材料制备策略与理论基础。

代云路

澳门大学

澳门大学健康科学学院副教授，博士生导师，国家优秀青年科学基金获得者。2014年博士毕业于中国科学院长春应用化学研究所。2014-2018年分别在墨尔本大学和美国国立卫生研究院（NIH）从事博士后研究。2018年8月-2022年8月在澳门大学健康科学学院担任助理教授，2022年8月起担任澳门大学健康科学学院副教授。主要从事金属多酚配位生物材料的设计合成及其生物医学应用。

金属多酚配位纳米生物材料

代云路

澳门大学健康科学学院，中国澳门，氹仔，999078

* Email: yldai@um.edu.mo

报告摘要：

金属多酚配位材料是一类新型配位生物材料，可用于药物担载包覆及递送。大多数抗癌药物存在稳定性差、剂量相关的毒性和短血液循环时间等问题。针对这些问题，我们合成了一系列多酚衍生物（聚乙二醇化多酚衍生物，顺铂-多酚衍生物等）作为组装模块，引入具有治疗功能的天然多酚和抗癌药物以及具备特定功能的金属离子进行分子设计和结构组装，构建了具有肿瘤靶向性、长效循环和肿瘤微环境响应药物控释的多功能金属多酚纳米药物体系，并将传统癌症治疗手段和癌症免疫治疗有机相结合在金属多酚配位纳米药物系统中，显著提高治疗效果并深入研究其内部生物学机制。

范克龙

中国科学院生物物理研究所

中国科学院生物物理研究所研究员，课题组长，博士生导师。国家优青， Exploration副主编。研究方向或兴趣：纳米酶催化医学。中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队负责人，主持国家优秀青年基金、国家重点研发计划课题、区域联合重点项目、中国科学院创新交叉团队等。主要从事纳米酶的仿生设计及其生物医学应用研究。代表性工作发表在Nature Nanotechnology, Nature Reviews Bioengineering, Nature Communications（5）, Advanced Materials（5）, PNAS, Angew. Chem. Int. Ed., Materials Today等权威期刊。连续入选科睿唯安2022、2023年度全球“高被引科学家”名单、北京市“凤凰计划”优秀青年人才（2023）、第七届中源协和生命医学创新奖（2022）、全国创新创业好青年（2019）、贝时璋青年生物物理学家奖（2019）等奖项。

抗氧化纳米酶

范克龙

中国科学院生物物理研究所 *Email: fankelong@ibp.ac.cn

报告摘要：

氧化应激在心脑血管疾病、神经退行性疾病、恶性肿瘤等重大疾病的发生发展中扮演了重要的角色。有效调控体内的氧化应激状态将为这些重大疾病的治疗提供新策略。抗氧化纳米酶，因其多功能性、催化活性可调及高稳定性，为以氧化应激为靶点的重大疾病治疗提供了新思路。为推动抗氧化纳米酶解决临床实际问题，申请人围绕其构-效关系不明确、催化活性低、体内活性调控难等关键挑战，开展了系统研究：（1）解析了抗氧化纳米酶的构-效关系，建立了从头设计高性能纳米酶的新策略，制备出超越天然酶活性的纳米酶；（2）发现了具有抗氧化生理功能的天然纳米酶，揭示了其催化机制及物种间演化规律；开发了天然纳米酶的合成生物学技术，完成了中试放大，推动了纳米酶的转化研究；（3）发展了抗氧化纳米酶催化治疗的新策略，在脑卒中、帕金森病等疾病模型中呈现良好的临床应用前景。

冯良珠

苏州大学

冯良珠教授在基于生物材料的药物递释与肿瘤微环境调控方面开展交叉创新研究，先后发展了一系列新型碳酸钙基微纳载体用于肿瘤微酸响应性药物控释与免疫抑制性微环境调控；构建了多种离子型水凝胶用于提升热消融治疗的精准性与免疫原性；设计了多种仿生矿化肿瘤疫苗用于预防术后肿瘤复发与转移这一临床难题。迄今在Science Advances, Nature Communications, Chem, J. Am. Chem. Soc., Adv. Mater.等高水平学术期刊上发表第一/通讯作者论文60余篇，文章的总他引18600余次，SCI H-index为61；四次入选了美国美国科睿唯安公布的“全球高被引科学家名单”（Highly Cited Researchers，交叉领域，2019、2021-2023年）；受邀担任了Materials Today Bio, BMEMat, Exploration等多个学术期刊的青年编委；主持/参与了国自然优秀青年基金、科技部重点研发计划、江苏省优秀青年基金等9项省部级科研项目资助。

生物材料助力肿瘤酶治疗

冯良珠

1苏州大学，江苏省苏州市仁爱路199号，215123

*Email: lzfeng@suda.edu.cn

报告摘要：

酶触生化反应是维持机体正常新陈代谢的基础。近年来，随着生物技术的快速发展和对疾病机理了解的不断加深，酶类药物成为创新生物药物的重要组成部分，目前已有超过100种酶类药物被用于肿瘤、心血管、消化系统以及炎症等疾病的治疗。因此，如何选择性地向肿瘤部位递送相关酶制剂并维持其高效的催化活力对于实现肿瘤精准治疗具有重要意义。在本报告中，报告人将介绍课题组近年来在肿瘤酶治疗方面的研究成果：基于生物材料领域的研究成果并结合化学工程、基因工程等技术，设计构建了多种微纳反应器用于直接原位杀灭肿瘤细胞，或通过调控肿瘤微环境来提升肿瘤细胞对于其他肿瘤疗法的响应性，为临床肿瘤精准治疗提供了多种序贯性联合治疗新策略。

郭伟圣

广州医科大学

肿瘤微环境靶向免疫调控型纳米系统

郭伟圣

广州医科大学生物医学工程学院

E-mail：tjuguoweisheng@126.com

报告摘要：

肿瘤临床治疗耐药性是长期困扰临床医学亟待解决的重要问题。纳米载体系统在诸多重大疾病的诊断和治疗方面展现了独特的优势，对于临床医学的发展具有重大的变革性影响意义。然而，传统纳米载体系统对于耐药性肿瘤的疗效仍然不尽理想，其关键瓶颈在于肿瘤耐药微环境导致的多重挑战。本团队紧密围绕“如何基于耐药微环境设计高效低毒纳米体系克服肿瘤耐药”的关键科学问题，通过发掘和利用耐药性肿瘤在“组织”、“细胞”、“分子”层面的微环境特征，致力于开发“肿瘤耐药微环境活性的蛋白/脂质纳米递送系统”，对于肿瘤“组织-细胞-分子”多级微环境进行灵敏响应和主动调控，并对免疫微环境活性进行监测和调控，旨在实现对于耐药性肿瘤的高效安全诊治。

黄鹏

深圳大学

深圳大学特聘教授，博导，国家海外高层次人才。现任深圳大学医学部副主任/医学院副院长、马歇尔生物医学工程实验室执行主任、分子影像系主任。兼任中国抗癌协会纳米肿瘤学专业委员会常委兼青委会主任委员，中国生物物理学会分子影像学分会常务委员、中国医药生物技术协会生物医学成像技术分会常务委员、中国生物材料学会影像材料与技术分会委员等，担任View期刊副主编。主要从事分子影像学和纳米医学方面的研究，迄今共发表SCI论文280余篇，回深大后共发表通讯作者论文150余篇（IF>10的120篇），包括Nat. Biomed. Eng.、Nat. Nanotechnol.、Nat. Commun.、Sci. Adv.、Angew. Chem. Int. Ed.、Adv. Mater.、ACS Nano、Acc. Chem. Res.、Chem. Soc. Rev.、Chem. Rev.等，31篇入选期刊封面文章，28篇入选1% ESI高被引论文，多篇被Sci. Transl. Med.（2次）、Nat. Photonics、Nat. Rev. Nephrol.国际同行专文评述亮点推荐。论文总引用超过33000次，H-index为96。获授权中国发明专利38项。连续四年（2020-2023）入选科睿唯安“全球高被引科学家”；连续三年（2021-2023）入选美国斯坦福大学“终身科学影响力排行榜”；连续四年（2020-2023）入选美国斯坦福大学全球前2%科学家科学影响力排行榜；连续三年（2021-2023）入选全球顶尖前10万科学家。曾获中国肿瘤青年科学家奖、霍英东青年教师基金、深圳市青年科技奖、深圳市自然科学二等奖（排名第一）等。

酶控代谢用于肿瘤治疗研究

黄鹏

深圳大学医学部生物医学工程学院，分子影像系，诊疗演进实验室，518055

*Email: peng.huang@szu.edu.cn

报告摘要：

针对肿瘤的重要代谢特征之一瓦博格效应（Warburg effect），设计和构建了一系列基于葡萄糖氧化酶（GOx）的纳米药物，提出了利用GOx选择性地消耗肿瘤内的葡萄糖，从而切断肿瘤的能量供给，发展了肿瘤饥饿治疗的新方法；提出了GOx催化连锁反应用于肿瘤治疗的新策略，实现了饥饿治疗与气体治疗、光热治疗、化学动力学、化疗等等相结合的肿瘤多模式协同治疗，发展了肿瘤饥饿协同治疗理论，为肿瘤治疗提供新的解决方案和思路。研究结果表明：在有氧环境下，GOx可以高效地催化葡萄糖生成葡萄糖酸和过氧化氢（H2O2），在切断肿瘤细胞的葡萄糖供给的同时，产生的H2O2又具有较强的生物毒性，能有效地杀死肿瘤细胞。

黄渊余

北京理工大学

北京理工大学长聘教授，入选国家级青年人才、北京市科技新星、全球前2%顶尖科学家等。专注于核酸药物与疫苗研究，以通讯或第一作者在Nat Rev Bioeng、Sci Adv、Nat Commun、Adv Mater等发表论文80余篇，共发表论文120余篇，总被引7000余次；申请专利40余件。曾主导建立系列小核酸制药技术平台，推动4个siRNA药物已进入临床I-II研究；并独立带领研发多个siRNA药物，其中1个已提交澳洲和中国临床试验申请。是中国生物物理学会纳米生物学分会秘书长，另多个学会理事或委员；是Exploration副主编，Trends in Molecular Medicine顾问编委，另多个期刊（青年）编委。

化学修饰核酸药物递送与临床转化

黄渊余

北京理工大学生命学院、前沿交叉科学研究院，100081 * yyhuang@bit.edu.cn

报告摘要：

核酸制药（如siRNA、mRNA等）是未来生物制药最具战略前景的前沿领域之一。但核酸药物的研究面临如何在靶细胞实现高效富集与胞吞（“进得去”）、如何快速从内涵体逃逸或抵达细胞质（“出得来”）、如何长效高效发挥作用以防治疾病（“用得好”）等关键科学问题和难题。该报告将简述核酸制药的发展现状，重点从化学合成纳米材料（聚合物/脂质纳米颗粒）、生物介质（胞外囊泡）、配体共价缀合等角度报告药物递送方面的思考与进展，揭示其“结构方法-递送效率-生物机制”关系，并进一步介绍如何通过精细考究的化学修饰显著提升siRNA成药性（提高稳定性、消除脱靶效应等），实现高效、长效基因抑制，进而介绍siRNA药物的转化研究进展。同时，该报告还将讲述mRNA药物与疫苗的相关背景和研究进展。

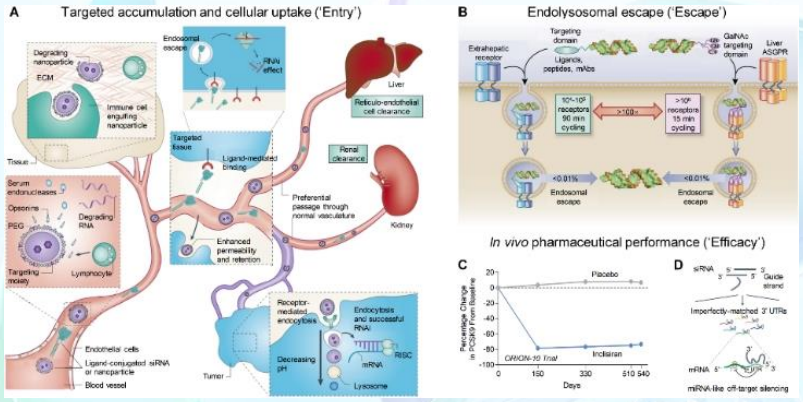


Fig. 1 siRNA drug development faces pivotal challenges, including targeted accumulation and cellular uptake (entry), endolysosomal escape (escape), and in vivo pharmaceutical performance (efficacy) (three ‘E’ challenges).

姬晓元

天津大学

天津大学长聘教授，博士生导师，智能医学工程教育部工程研究中心副主任。国家优青，科睿唯安“全球高被引科学家”，全球前2%顶尖科学家，天津市领军人才，天津市海河英才。以第一/通讯作者在Sci. Adv.、Nat. Commun.、PNAS、Matter、Med、Adv. Mater.、Angew. Chem. Int. Edit.、Chem. Soc. Rev.等学术期刊发表论文80余篇，所发表论文他引9000余次，其中23篇论文入围“ESI高被引论文”。申请和授权国内外发明专利20余项，获得Nanoscale Emerging Investigators、Wiley & Exploration优秀青年科学家、华夏医学科技奖等科技奖励。主持国家自然科学基金优秀青年基金、面上项目、青年科学基金项目、省市科技项目等10余项。应邀担任Exploration副主编、The Innovation、Fundamental Research、Asian Journal of Pharmaceutical Sciences、Chinese Chemical Letters等编委/青年编委，中国生物材料学会青年委员，担任国家自然科学基金、科技部重点研发计划、以及多省市科学基金项目会评/函评专家。

智能异质结纳米医学

姬晓元

天津大学 *jixiaoyuan@tju.edu.cn

报告摘要：

纳米催化医学，即利用无毒或低毒的纳米催化剂代替传统的药物，在病灶部位特殊的内场微环境或体外刺激（光、声、磁、电等）条件下，发生特异性催化反应，实现降低致病物质或产生治疗性产物，从而达到治疗疾病的目的。纳米催化疗法以其独特的靶向性、安全性为癌症等疾病的精准医疗提供了良好的借鉴。

催化效率决定治疗疗效。由催化化学可知，影响催化反应效率的因素在于催化剂、底物、反应条件。因此，如何提高纳米催化剂在体内温和且局限的环境下的催化效率是纳米催化医学发展的重点。以生物医学问题为导向，以催化化学理论研究为基础，利用材料科学与纳米科学技术手段，提出了异质结纳米医学（Heterojunction Nanomedicine）：利用理化性质、电子结构相匹配的纳米催化剂紧密连接构建异质结，异质结界面效应介导催化反应高效的物质传递、能量转化、电子转移，介导体内多中心、多方位级联协同催化反应，提高量子产率的同时拓宽催化反应类型，增强催化治疗效率。具体包括：构建了“物质传递”异质结催化系统，阐明了异质结界面效应介导的级联反应与多步反应机制，实现了体内局限条件下的催化底物补充和负调控抑制；构建了“能量转化”异质结催化系统，阐明了异质结界面效应介导的能量传递与转化机制，实现了体内温和环境下的催化条件优化；构建了“电子转移”异质结催化系统，阐明了异质结界面内电场介导的电子-空穴分离与传递机制，实现了催化剂量子产率的提高。

姜新义

山东大学

教授、博导，入选国家级青年人才，担任山东省靶向递药与高端制剂重点实验室主任，国家药监局药物制剂技术研究与评价重点实验室课题组组长，山东省高校青创团队带头人，山东大学药学院“智能材料与药物精准递送”团队PI。先后承担国家及省部级重点重大、原创探索等项目20余项；在Nature Nanotechnology，Science Translational Medicine，Nature Communications，Science Advances，PNAS等学术期刊上发表研论文50余篇；申报国家发明专利 40余项、PCT专利4项，18项已获授权，科研成果转让2项。应邀在国际控释协会、美国生物医学工程BMES、中国药学大会等国内外学术会议上做口头报告30余次，先后获得国际先进材料协会科学家奖，入选国际先进材料协会会士等；指导研究生获得全国药学专业学位研究生优秀学位论文，山东省研究生优秀成果一等奖等荣誉。目前担任中国抗癌协会青年理事会常务理事，中国抗癌协会-纳米肿瘤委员会委员、中国颗粒学会-生物颗粒专业委员会委员、中国药学会-药剂专业委员会青年委员、中国颗粒学会第三届青年理事会理事、中国医药教育协会中药制剂专业委员会-常务委员；担任Nature Biomedical Engineering，Cell Stem Cell，Nature Communications，Advanced Materials等30余个权威期刊预审专家和特约审稿人。

基于核酸递送载体的治疗性免疫细胞在体生成及应用

姜新义

山东大学 *邮箱地址/E-mail：xinyijiang@email.sdu.edu.cn

报告摘要：

CAR-T Cells-mediated immunotherapy has achieved great success in hematological malignancies, but it has made poor progress in solid tumor treatment, mainly due to the lack and depletion of T cells in Tumor microenvironment (TME). Given the enrichment of macrophages in HCC and their role in tumor immunity, transforming them into chimeric antigen receptor macrophages (CAR-Ms) is thought to increase malignant cell-directed phagocytosis and tumoricidal immunity. The in situ programming strategy "simplifies" the traditional treatment mode of CAR macrophage-mediated immune-therapy, including autologous cell separation, in vitro editing, and systematic reinfusion, and avoids the potential risk of CAR megaphage system reinfusion. The in situ programming strategy of phagocytosis enhanced CAR megaphage broadens the application prospect of CAR immune cell therapy, and warrants further clinical trials.

李振华

南方医科大学

研究员，南方医科大学博士生导师，南方医科大学第十附属医院科研办公室主任。2017年-2020年曾在美国北卡大学教堂山分校与北卡州立大学联合生物医学工程系从事博士后研究。担任中国生物材料学会智能仿生材料分会委员、中国生物物理学会纳米生物学分会委员、中国解剖学会血管分会委员、中国大湾区心脏协会临床及基础研究分会常委、深圳市生物医药促进会细胞外囊泡技术专业委员会常务委员。长期从事以生物材料为基础的肿瘤治疗及心肌组织工程研究。相关成果已在国际学术期刊上发表SCI 论文120篇，其中以通讯/第一作者在Nat. Nanotechnol.、Sci. Adv.、Nat. Biomed. Eng. 、Nat. Commun.等重要国际学术期刊发表SCI 论文40余篇。文章总被引用超过8100次，H因子为51，并入选2023全球前2%的卓越科学家榜单。主持国家优青等项目6项，广东省省级人才项目。担任Extracellular Vesicle期刊编委。

光合细菌生物医药应用

李振华

南方医科大学第十附属医院 * zhenhuali@smu.edu.cn

报告摘要：

光合细菌（Photosynthetic bacteria，PSB）是一类在自然界中普遍存在的原核生物，多为厌氧菌，可利用光能合成供能物质，其副产物多为氢气或氧气。由于PSB菌体内含有类胡罗卜素、辅酶Q10等生物活性物质，因此具有低毒性及免疫调节的特点。有趣的是，PSB可通过体内叶绿素色素有效地吸收近红外光（NIR）。并且细菌光敏色素与菌毛运动蛋白之间能够进行信号转导，由此赋予了PSB 近红外趋化特性。基于此，我们课题组利用PSB的NIR趋化性和兼性厌氧的生理特性，构建了一种乏氧靶向的载体并用于肿瘤的细菌治疗。更重要的是，我们首次发现PSB 能够将NIR（808 nm）转化为热，因此PSB 可以作为光热剂根除肿瘤细胞，无需任何后修饰过程。近年来，氢气等气体已被用于肿瘤的氢气治疗。PSB 在可见光照射下能够长效产氢，进而我们开发了具有长期氢释放性能的肿瘤氢气治疗体系。兼性厌氧菌PSB 可以自动瞄准肿瘤的缺氧区域，在氙灯照射下不断释放氢气并扩散到细胞中并引起氧化应激以杀死肿瘤细胞。此外，基于光合细菌菌体内多种生物活性成分及产氢、产氧等性能，我们进一步开发了基于光合细菌的伤口愈合、心肌缺血再灌注损伤修复等，进一步拓展了光合细菌在生物医药领域的应用。

罗忠

重庆大学

重庆大学生命科学学院教授、副院长（主持工作），获得国家自然科学基金委优秀青年基金项目、重庆市杰出青年基金项目和重庆市青年拔尖人才支持计划。一直从事肿瘤发生发展分子作用机制、抗肿瘤药物传输系统的设计与疗效评价、免疫工程化调控以及组织再生与修复的研究。以第一/通讯作者在Nat Commun（3篇）、Science Advances、Cell Rep（2篇）、Angew Chem和Adv Mater等国内外高水平SCI期刊发表100余篇论文(平均影响因子12)，他引10000余次，授权专利10余项，入选全球顶尖科学家(前2%)。担任中国细胞生物学学会理事、中国生物物理学会微量元素分会常务委员/副秘书长、重庆市细胞生物学学会副理事长等兼职；主持国自然优青/重大研究计划培育项目、科技部重点研发子课题等20余项国家省部级项目，部分研究成果获得重庆市自然科学奖一等奖（第三），教学成果获得重庆大学教学成果一等奖和二等奖等奖项。

合成生物材料动态调控细胞命运与免疫反应

罗忠*，李孟桓，任惜娇，王璇，刘迎琦

工作单位/Address：重庆大学生命科学学院 *邮箱地址/E-mail：luozhong918@cqu.edu.cn

报告摘要：

围绕合成药物载体动态调控肿瘤细胞命运和免疫反应，1)发现肿瘤代谢性细胞铁死亡抗性通路，阐述免疫原性分子和微环境信号介导宿主免疫反应的机理。2)构筑生物应激性药物递送系统，重编程肿瘤代谢回路并催化自合成脂质过氧化，靶向诱导肿瘤细胞铁死亡。3)药物递送系统靶向调控细胞命运并释放免疫原性分子，动态重塑宿主免疫反应，完善“肿瘤治疗抗性-细胞死亡-免疫激活”治疗路径。研究成果为研发具有抗肿瘤和免疫激活效应的药物递送系统提供科学依据和实践支撑。

宋国胜

湖南大学

湖南大学-化学化工学院，二级教授，化学生物传感与计量学国家重点实验室固定成员。博士毕业于东华大学，在苏州大学（导师：刘庄）和美国斯坦福大学（导师：Jianghong Rao）从事博士后研究。2018 年入职湖南大学（教授），。围绕活体功能成像存在的难题，开展“化学-材料-医学影像”交叉融合的精准成像前沿研究，近五年，以通讯作者在Nature Materials, Nature Photonics、Nature Biomedical Engineering、Chem、Science Advances、 Nature Communications、Journal of the American Chemical Society、Angewandte Chemie International Edition等期刊发表SCI论文40篇。入选了教育部“长江学者奖励计划”青年学者、湖南省“芙蓉学者奖励计划”特聘教授、科睿唯安“全球高被引学者”（交叉领域）、获得了湖南省青年化学化工奖。相关研究获得国家自然科学基金联合基金-重点项目的资助。

光学-磁性功能成像探针和精准活体成像

宋国胜

湖南大学

报告摘要：

物医学活体成像技术在疾病的早期诊断、药物筛选、治疗效果评价等方面发挥着越来越重要的作用，是化学测量学的一个重要研究方向。为了获得更加接近于真实状态下的疾病发病机制和治疗过程，亟需发展先进的活体成像技术，在活体水平对病理过程进行实时、动态、全身、长期和整体性的研究。然而，在活体水平进行成像研究存在着更大困难，如大部分成像信号无法穿透较厚的生物组织（骨骼和肌肉），生物学事件涉及的标志物浓度通常很低，体内微环境极度复杂等。针对上述问题，（1）我们开发高灵敏的合金磁性粒子探针；提出磁化率调控的MRI成像新方法。（2）发展显著增强长余辉成像发光亮度的电子转移新策略，首次实现对自由状态动物进行长余辉成像。（3）开发活体原位监测的磁-光多模态功能成像新技术，为研究肿瘤免疫微环境动态演变和早期评价治疗疗效等提供有力工具。

师冰洋

河南大学

河南省二级教授，中组部海外引进高层次青年人才，国家重点研发计划青年项目首席，河南省脑靶向生物纳米药物重点实验室主任。2014年于阿德莱德大学（澳）取得博士学位，2014 - 2016年在麦考瑞大学（澳）先后担任独立研究员、副教授等职务，2016年至今河南大学特聘教授。长期从事纳米载体血脑屏障穿越机理及脑靶向生物纳米药物研制方面的研究工作，取得了较系统的科研成果，部分成果已转化。近年来，主持国家级省部级科研项目10余项，在Nature Nanotechnology, Science Advances, Nature Communications, Advanced Materials等期刊发表SCI论文100余篇，授权中国发明专利26项、美国专利2项。受邀为 Nature Nanotechnology, Trends in Biotechnology等国际知名期刊撰写关于脑靶向药物递送的综述和专著10余项。目前担任中国生物物理学会纳米生物学分会副会长、河南省青年科技工作者协会副会长、Exploration执行主编等。2022年荣获霍英东青年科学奖及Journal of Nanobiotechnology杂志新锐科学家奖 、2023年荣获Biomaterials杂志青年科学家奖。

脑肿瘤纳米药物开发策略：从基因新靶点的筛选到脑靶向生物纳米药物的研制

师冰洋

河南大学 *邮箱地址：bs@henu.edu.cn

报告摘要：

脑肿瘤及神经退行性疾病等脑部疾病是全世界的一个重大健康负担。这些疾病的高死亡率主要是因为治疗药物难以有效穿越血脑屏障。血脑屏障是一种保护大脑的特殊神经血管单元。为了解决这一难题，我们的研究重点是开发基于纳米颗粒的脑靶向递送系统，从而增强治疗药物在血脑屏障中的转运。我们率先创建了一系列纳米颗粒，其可有效穿透血脑屏障并将药物有效地输送到大脑的治疗病灶。这些递送系统包括智能聚合物纳米颗粒、仿生纳米颗粒、siRNA纳米颗粒和脂质体。通过将这些先进的递送系统与临床批准或其它有前景的药物相结合，我们成功应用于脑部肿瘤的治疗并取得了良好的疗效。上述工作的开展不仅为脑肿瘤的治疗提供了新的思路，也推进了纳米药物的应用研究。

孙天盟

吉林大学

吉林大学第一医院教授、博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者。现任吉林大学免疫学研究所副主任，器官再造与移植教育部重点实验室副主任，吉大一院生物医用材料与疾病诊疗中心主任。长期围绕发展可用于肿瘤和自身免疫性疾病等疾病治疗的新型纳米药物输送体系开展研究工作，聚焦免疫相关疾病治疗中有效且适度地调节免疫反应这一瓶颈问题，以精准控制免疫检查点分子功能为切入点，探索利用功能化生物医用高分子材料实现空间、时间和剂量等多维度可控递送免疫调节剂的治疗策略，以恶性肿瘤和器官移植为免疫相关疾病模型，验证治疗效果并揭示机制。近年来，在Science Translational Medicine、Science Advances、Advanced Materials、Angewandte Chemie International Edition、ACS Nano、Biomaterials等学术期刊共发表SCI论文80余篇；承担国家级及省部级科研课题多项，包括国家杰出青年科学基金、国家优秀青年科学基金、国家自然科学基金面上项目、国家重点研发计划、吉林省长白山学者特聘教授、吉林省中青年科技创新领军人才及团队项目等。兼任中国抗癌协会纳米肿瘤学专业委员会常务委员，中国生物物理学会纳米生物学分会常务委员，吉林省干细胞学会监事长等。

生物医用高分子材料在疾病免疫治疗中的应用研究

毛奎荣[1]，王嘉良[1]，辛艳宝[1]，谭慧珠[1]，丛秀秀[1]，杨永广[1]，孙天盟[1,*]

吉林大学第一医院，吉林，长春，130021

*Email: tsun41@jlu.edu.cn

报告摘要：

人体免疫系统的耐受性和免疫应答之间的动态平衡既保持了对自身抗原的耐受，同时也能对病原体和恶性细胞产生有效的免疫反应，对于维持人体健康发挥着重要作用。免疫相关疾病（如恶性肿瘤或移植免疫排斥）的发生都与免疫耐受功能失调（过强或者不足）相关。免疫检查点（immune checkpoint, IC）是一类负责刺激性或抑制性调控免疫细胞活化的信号通路分子，在调节免疫耐受中发挥重要作用，也为免疫治疗提供了重要的靶分子，已成为治疗免疫相关疾病的研究热点。免疫检查点分子在体内表达分布广泛，如何提高免疫调节剂的靶向性与浓度的可控性，从而有效且适度地调节免疫反应，是增强免疫相关疾病治疗效果的关键。我们聚焦免疫相关疾病治疗中有效且适度地调节免疫反应这一瓶颈问题，以精准控制免疫检查点分子（CD47和CD40）功能为切入点，探索利用功能化生物医用高分子材料实现空间、时间和剂量等多维度可控递送免疫调节剂的治疗策略，以恶性肿瘤和器官移植为免疫相关疾病模型，验证治疗效果并揭示机制：（1）发展了环境响应性高分子载体，为实现多维度可控递释免疫调节剂提供新思路和新方法；（2）肿瘤组织局部可控递释药物，更为有效地逆转肿瘤免疫耐受，突破了现有免疫检查点疗法效率不足的瓶颈，为提高肿瘤免疫治疗效果提供新策略；(3)向多器官组织可控递释药物，

揭示了免疫检查点在诱导移植免疫耐受中的重要作用，为提升器官移植成功率提供新途径（图1）。

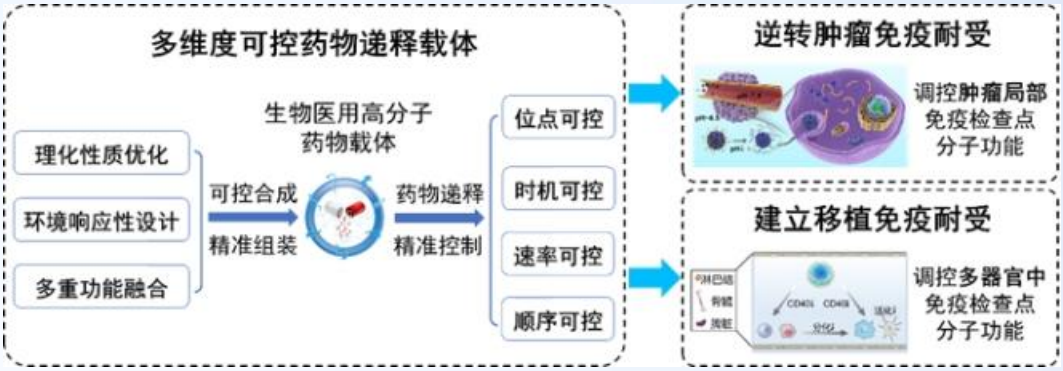


Fig. 1 Intelligent biomedical polymer drug carrier materials enable multidimensional controllable delivery of immune checkpoint modulators, regulating the body's immune tolerance level and enhancing the treatment efficacy of immune-related diseases.

王怀民

西湖大学

西湖大学理学院和工学院研究员。课题组从事多肽生物材料可控组装和生物活性适配性调控，活性多肽开发和应用。相关工作以通讯作者发表在 J. Am. Chem. Soc, Angew. Chem. Int. Ed., Nat Comm., Sci. Adv., Adv. Mat., 等期刊。论文他引大于5000余次，个人h-index为47。曾获得国家自然基金委优秀青年科学基金，浙江省万人计划，“教育部学术新人奖”，“国家奖学金”，“南开十杰”等

多肽分子可控组装与生物功能调控

王怀民

西湖大学，中国浙江省杭州市墩余路600号，310030

* wanghuaimin@westlake.edu.cn

报告摘要：

由多肽形成的自组装体系作为一种重要的软物质材料在生物材料、半导体、药物递送和再生医学领域展现了非常好的应用前景。然而，低效的多肽材料设计方法仍然依赖于天然蛋白质的发现、多肽领域的专业经验和实验室中偶然发现的氨基酸序列。因此，准确预测多肽是否有能力形成水凝胶和从头设计新型多肽水凝胶对拓宽现有肽库具有重要意义。本报告将介绍实验室通过一种综合计算、实验和人工智能（AI）方法建立的评分函数，以发现、预测和设计新型的自组装短肽。同时基于机器学习与实验交互得到的天然短肽水凝胶库，开发一系列的具有较好疫苗佐剂效应的天然多肽材料。

王乐禹

广州医科大学

广州医科大学教授，博士生导师，博士后合作导师，2019年获得国家自然科学基金优秀青年基金项目资助。学术任职：广东省组织构建与检测重点实验室常务副主任，中国解剖学会血管分会常务委员，广东省生物物理学会常务理事，广东省生物医学工程学会生物材料与临床专业委员会常务委员，广东省生物医学工程学会第十一届理事会理事等。主要研究方向为组织工程、心脏组织工程、生物材料与细胞相互作用。以通讯作者/第一作者在Nature Biomedical Engineering、Nature Communications、Advanced Functional Materials、ACS Nano等杂志上发表组织工程领域高水平论文30余篇，获国家发明专利6项。目前主持国家级课题3项，省部级课题2项。

功能性心肌补片通过调控心脏驻留巨噬细胞生态位促心梗修复

王乐禹

广州医科大学基础医学院解剖教研室，广州，511436

* E-mail: wangleyu889@163.com (L.W.)

报告摘要：

心梗修复仍缺乏有效手段，模仿心肌物理特性（如导电性和弹性）的心肌补片已被证明是修复心肌梗死的有效方法之一。解决心肌梗死过程中的主要细胞矛盾并通过体内刺激这些细胞旁分泌来实现原位工程修复，已成为功能性心肌补片构建和应用的关键。最新研究表明心脏驻留巨噬细胞在心梗后数量急剧下降及功能抑制是影响心梗修复的重要因素之一，诱导心脏驻留巨噬细胞在心梗区募集与增殖能促进心梗修复。本研究构建了一种透明质酸基水凝胶并负载脂质体纳米系统的功能性心肌补片。该心肌补片表现出类天然心肌组织的导电性和机械性能，可以为梗死区域提供机械支撑和电传导。通过流式细胞术、免疫染色在体内外验证该心肌补片对心脏驻留巨噬细胞生态位的影响及细胞串扰。进一步构建大鼠及Wt1CreERT2转基因小鼠心梗模型评估对心肌梗死的治疗效果及心外膜细胞EMT谱系追踪。该具有免疫调控功能的心肌补片调控驻留巨噬细胞生态位，促进了巨噬细胞-心肌细胞间的电整合，并激活心外膜细胞向内皮细胞的分化来参与心肌修复。这些结果表明，外源性弹性导电微环境和内源性免疫微环境是心脏修复必不可少的，这些元素的协同作用为开发心肌梗死的新疗法提供了策略。

熊梦华

华南理工大学

华南理工大学生物医学科学与工程学院教授，博士生导师。主要从事具有细胞膜裂解活性生物材料的设计及应用研究，在Nat Nanotechnol、Sci Adv、PNAS、J Am Chem Soc等国际著名期刊发表论文30余篇。承担海外高层次青年引进人才项目、重点研发项目课题、国家自然科学基金面上项目等项目。

磷脂靶向的膜裂解活性材料

熊梦华*

生物医学科学与工程学院，华南理工大学广州国际校区，510006 * xiongmh@scut.edu.cn

报告摘要：

具有细胞膜裂解活性的多肽、蛋白在生命体内起着重要作用。如抗菌肽行驶抗感染和免疫调节功能，穿孔素是T细胞、NK细胞分泌的重要杀伤工具，Gasdermins、MLKL等蛋白分别介导细胞焦亡和坏死性凋亡等死亡方式。这些蛋白、多肽在体内以非活性方式存在，在特定条件促发下激活。研究者发展了阳离子多肽、高分子等膜裂解活性材料，用于仿生膜裂解活性多肽/蛋白，他们通常由阳离子基团和疏水基团组成，其阳离子结构通过静电作用结合到负电性细胞膜表面，然后疏水结构通过疏水相互作用作用于磷脂疏水尾链，进而破坏细胞膜的完整性。这种独特的杀伤方式使其不易产生耐药问题，在耐药感染和肿瘤等疾病治疗中获得广泛关注。目前一些阳离子多肽已在临床上应用于抗感染和抗肿瘤的研究，比如LL-37和LTX-315通过瘤内注射用于浅表肿瘤的治疗，Pexiganan抗菌肽应用于糖尿病足的治疗等。然而这些多肽对正常组织细胞也具有强裂解细胞膜活性，目前临床上研究主要局限于浅表感染及肿瘤治疗，如何开发膜裂解活性材料使其选择性杀伤细菌/肿瘤细胞，对正常组织细胞低毒是关键挑战。鉴于细菌和肿瘤细胞膜外膜含更多负电性磷脂，研究人员主要是通过改变膜裂解活性材料阳离子和疏水氨基酸组成的正电两亲性结构，优化其对细菌/肿瘤细胞膜和正常组织细胞膜电荷相互作用和疏水相互作用的差异，以提高膜裂解活性的选择性。然而，这种作用机制使得膜裂解材料难以避免与负电性正常组织细胞膜发生强相互作用，对正常组织细胞毒副作用仍然较大。针对这一问题，申请人开发了识别细菌磷脂的膜裂解材料，选择性裂解细菌细胞膜；发展了肿瘤酸度超敏激活的膜裂解材料，实现膜裂解活性在正常组织和肿瘤组织微小pH变化下的可控激活。

张博

南方科技大学

2010年于北京大学化学与分子工程学院获得学士学位，师从中国科学院院士张锦教授；2015年于美国斯坦福大学化学系获得博士学位，师从美国科学院、医学院双院院士戴宏杰教授。于2021年2月加入南方科技大学生物医学工程系，入选国家“海外高层次人才引进计划”、福布斯中国30 under 30。已发表高水平学术论文 40 余篇，包括Nature Medicine，Nature Biomedical Engineering，Nature Materials，Nature Photonics,Nature Communications，Proceedings of the National Academy of Sciences，Journal of the American Chemical Society，Angewandte Chemie，Advanced Materials 等，总引用超过 8800 次(Google Scholar)，H 因子为 27。

基于新型纳米材料的核酸快速富集与分析方法

张博

南方科技大学，深圳，518000 *Email: zhangb3@sustech.edu.cn

报告摘要：

全球传染病监控系统受到不断出现的新病毒和改变病毒致病性、传染性、传播性和抗原性的新变种的挑战。通过环境样本的监控避免了对个体采样的需求，且能更早发现病原体的感染和变异，对疫情早期预警和控制具有重要意义。利用环境水来有效监测病毒存在和突变谱具有优势，但我们尚缺乏快速、低成本富集大量水样中核酸的能力。在核酸多重分析方面，高灵敏度核酸检测往往依赖于分子扩增，易产生污染，且潜在的引物交叉反应从原理上限制了其多靶标检测能力。基于荧光的体外诊断技术需要波长匹配的激发与检测设备，提高了检测成本，限制了其现场检测能力。课题组结合新型纳米材料和生物技术来应对这些重大挑战。本报告探讨：i) 如何开发具有创新性表面修饰和结合策略的磁性纳米材料，以实现大容量临床和环境样品的高效核酸富集。新策略适用于各种类型的水样，以检测病毒、突变、耐药基因和入侵物种。 ii) 如何开发荧光增强材料和策略来实现无扩增、高灵敏度的多重核酸分析，检测多种病毒和突变、各种自身免疫标志物、癌症标志物等。我们还报告便携式全自动设备，集成了从拭子到结果的整个工作流程，适合 SARS-CoV-2 变异的即时检测。 iii) 通过新型荧光材料和方法，我们寻求实现多种生物标志物的无设备检测，以促进疾病的即时诊断。通过合成具有大斯托克斯位移的新型有机荧光团并将其集成到微球中，开发了超亮荧光颗粒，无需滤光片的帮助即可实现多重生物标志物检测，促进在一线部署疾病诊断工具。

Fig. 1 Novel Materials for the Rapid Enrichment and Detection of Biomarkers

张晓东

天津大学

天津大学教授，博士生导师，天津大学医学工程与转化医学研究员副院长，国家重点研发计划首席科学家，国家万人计划青年拔尖人才项目获得者，科睿唯安（Clarivate Analytics）全球高被引科学家，爱思唯尔（Elsevier）中国高引学者。长期从事纳米生物医学和光学成像，独立提出‘团簇酶’的概念，揭示其对神经炎症的调控规律和并实现高效治疗；独立发现超快人工酶，实现对神经创伤的高效抑制；设计生物活性的红外二区团簇探针，实现对病理监测；构建神经新一代高相容的团簇酶神经电级。累计发表SCI收录论文100+篇，1篇热点和15篇ESI高被引论文，包括Sci. Adv. 2篇，Nat. Commun. 2篇，Adv. Mater. 5篇，ACS Nano 4篇。总引用13133次，单篇最高500次。先后主持国家级青年人才项目、国家自然科学基等。曾荣获多项奖励与荣誉，天津科学技术自然科学二等奖（2023）、中国毒理学会优秀青年科技奖（2022）、天津市“杰青”（2021）、天津市131人才计划（2017）、天津大学“北洋青年学者”（2016）、天津市青年科技优秀人才（2015）和中国医学科学院“协和新星”（2012）。担任中国生物材料学会纳米生物材料分会委员、中国医药生物技术协会造影技术分会委员、中国毒理学会放射毒理青年委员会委员、中国抗癌学会纳米肿瘤青年委员会青年委员、中国生物医学工程学会纳米医学与工程分会青年委员。担任Chem. Rev., Nat. Comm., Sci. Adv., Adv. Mater., Angew. Chem. Int. Ed等顶级期刊的通讯审稿人。担任Chinese Chemical Letters青年编委、Frontiers in Chemistry等刊物顾问编辑。

团簇酶与神经创伤修复

张晓东

[1]天津大学医学工程与转化医学研究院 天津 300192

*Email: xiaodongzhang@tju.edu.cn

摘要正文：

神经损伤修复对神经系统疾病救治具有重要的科学意义和临床价值。为此针对急性期、亚急性期和慢性期神经损伤修复的临床重大需求，我们构建一系列人工酶—“团簇酶(Clusterzyme)”，为临床神经创伤的全病理周期治疗干预提供崭新的思路。设计多种具有高效抗氧化活性、类酶活性和高生物相容性的原子精度团簇，通过“原子工程”调节其高抗氧化活性，通过抑制 NADPH 氧化酶，抑制中性粒细胞激活和胞外诱捕网（NETs）的形成，实现对急性神经炎症的早期高效抑制[1]。并结合团簇酶 NIR-II 发光特性，将其作为红外二区荧光探针，实现肾脏高分辨率成像，用于急性肾损伤和急性肠损伤的监测以及团簇干预后的治疗作用，建立氧化应激与神经炎症之间的关系[2,3]。构建多酶催化团簇酶人工脑膜和创面保护凝胶，通过多酶调控 NAD^+的供给，可高效抑制神经损伤及人工材料植入诱发的相关炎症反应，改善创伤亚急性期的免疫排斥，实现神经组织修复速度的倍增[4]。体系化构建四类团簇酶神经电极，能够显著抑制慢性炎症反应，改善神经认知功能，抑制胶质增生，延长电极寿命到 12 个月以上；通过增强的界面电子输运能力和超高的生物催化活性，电极灵敏度提高 4-32 倍，实现高性能的神经记录，安全稳定记录。团簇酶在急性神经保护、组织修复和慢性期的昏迷促醒、疼痛抑制等诸多方面具有广阔的应用前景[5-6]。

甄叙

南京大学

南京大学化学化工学院教授，国家级青年人才项目入选者。研究方向聚集于新型生物医用高分子光学/超声诊疗系统的设计及其在重大疾病的早期诊断、特异性治疗以及免疫治疗方面的应用。在Angew. Chem. Inter. Ed., Adv. Mater., ACS Nano, Nano Lett.等国际、国内一流期刊上发表SCI论文70余篇，SCI引用11000余次，H-index为49，入选科睿唯安全球高被引学者(2022年度,2023年度)，全球前2%顶尖科学家(2020年-至今)；获得“中国化学会高分子青年学者奖”(2023年度)，“中国生物材料学会生物医用高分子分会青年学者优秀奖”(2023年度)。

于共轭聚合物的生物医用光学/超声诊疗系统

甄叙

南京大学化学化工学院 * E-mail：zhenxu@nju.edu.cn

报告摘要：

光学成像在生物医学领域发挥着重要作用。然而，荧光成像过程中需要外部光源实时激发，会产生自发荧光使得成像信噪比较低。我们课题组基于共轭聚合物材料开发了多种自发光成像探针，将其应用于疾病的早期诊断中。我们开发的自发光成像探针在疾病的早期诊断中无需实时光激发，避免了自发荧光的产生，提高了检测灵敏度和信噪比。同时，肿瘤治疗过程中很多新型治疗方式(血管阻断疗法、免疫疗法等)存在脱靶副作用和高剂量毒性等问题，我们利用共轭聚合物材料的光学性质以及超声产生活性氧的性质，增强药物在肿瘤区域的富集以及特异性地在肿瘤区域激活药物的治疗功能，减少副作用的产生，增强肿瘤治疗效果。本次报告重点介绍共轭聚合物纳米光学探针用于增强自发光成像信号强度的设计策略，以及特异型光控/声控治疗的设计原理。

齐睿权

辽宁大学

辽宁大学生命科学院，讲师，沈阳市拔尖人才。博士毕业于美国纽约州立大学布法罗分校，师从美国医药与生物工程院院士 Blaine A. Pfeifer 教授，从事生物相容性聚合物材料的开发及其在 DNA 抗原呈递载体的开发，天然功能型小分子化合物的生物合成平台构建及其在医药、环保和个人护理方面的应用研究。主持辽宁省自然科学基金项目、辽宁省教育厅高等学校基本科研项目、沈阳市科技计划专项项目等纵向课题 4 项，参与国家自然科学基金面上项目 1 项，获第二届全国博士后创新创业大赛揭榜领题赛优胜奖，发表 SCI 论文 10 余篇，专利 3 项，编写教材 3 部。

基于聚合物表面修饰菌影的杂化肿瘤 DNA 疫苗递送载体的设计与应用

齐睿权[1]，Marie Beitelshees[2]，刘浩田[1]，陈俊良[1]，Charles Jones[2]，Blaine A.Pfeifer[2,*]

[1]辽宁大学生命科学院生物科学系，辽宁省沈阳市皇姑区崇山路 66 号，110086

[2]纽约州立大学布法罗分校化学与生物工程系，美国纽约州布法罗市，14260

*Email: qiruiquan@lnu.edu.cn

摘要正文：

在通过诱导最终免疫反应对抗疾病危害的过程中，最重要的第一步是成功激活人体树突状细胞（DC）并向其呈递抗原。在前期成果的基础上，一种适用于此类免疫诱导模式的载体在本研究中被设计并应用。具体来说，这是一种由生物和生物材料组成的杂化载体，该载体以细菌菌影为核心，外层覆盖生物相容性聚合物构成，用于向人体树突状细胞递送质粒 DNA（pDNA）抗原。首先，载体会激活 DC 使其成熟，相比于标准 DC 熟化试剂，熟化效果更好。通过载体诱导成熟的 DC 表面协同刺激分子表达量更高，能够诱导更多 T 细胞增殖。甘露糖封端的 PBAE 聚合物会使载体易被 DC 表面的受体识别并内吞，有利于 DC 的熟化和 DNA 抗原在其内部的呈递。接下来，使用 pEGFP 作为载荷，表达绿色荧光蛋白以确认载体递送 pDNA 的机理。ImageStream 分析和共聚焦显微镜具象了在不同杂化载体的辅助下 pEGFP 在 DC 中的实时动态过程，明确 pDNA 在 DC 内的呈递路径和表达机制，并验证杂化载体差异化设计对呈递效果的影响。同样，使用表达黑色素瘤表面蛋白的质粒 DNA（pMART-1）作为抗肿瘤抗原模型证实杂化载体对真实抗原的呈递。相对于现有医用 DNA 载体，杂化载体对 pMART-1 的呈递效果更突出，可有效提升 MART-1 特异性杀手 T 细胞的激活比例。因此，综合上述结果，使用杂化载体向人体树突状细胞递送肿瘤基因抗原，不仅可以提供关键细胞免疫标靶用以诱导并维持强效、特异且持久的免疫反应，其成功更为癌症免疫疗法的相关应用工作扎实基础。

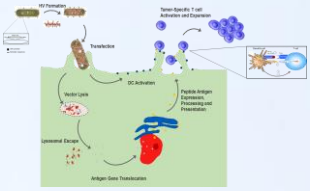


Fig. 1 The mechanism of the genetic antigen plasmid DNA (pDNA) delivery through biological-biomaterial hybrid vector to human DC, facilitating tumor specific killer T cells' activation.

王腾蛟

西北工业大学

西北工业大学柔性电子研究院副教授，博士生导师，生物电子所副所长，西安市生物医学材料工程技术研究中心副主任。本科毕业自北京化工大学高分子材料科学与工程专业，硕士毕业自韩国延世大学、博士毕业自日本大阪大学，于2018年在美国阿肯色大学完成博士后研究后加入西北工业大学黄维院士团队。研究内容面向人民生命健康，设计NO、CO以及H_2S等气体信使递送及调控功能生物医用材料，开发用于慢性疾病“监、诊、疗”柔性电子器件，用于解决人民关心的重大疾病防控、人口老龄化等民生问题。本课题组目前已累计发表包括 *Prog. Polym. Sci.*、*Adv. Mater.*、*npj Flex. Electron.*、*Adv. Funct. Mater.*、*J. Control. Release*、*Bioact. Mater.*等在内的高水平论文40余篇，申获国家发明专利13项，美国发明专利2项，软件著作权3项，撰写专著章节2章。已累计主持包括国家自然科学基金，陕西省重点研发计划等项目10余项，以核心成员参与国家重点研发计划课题项目3项，担任MedMater、IMed等期刊青年编委。

气凝胶基类骨脑电电极用于创伤性癫痫监测

王腾蛟[1,*]，王俊杰[1]，李鹏[1]，黄维[1]

[1]西北工业大学，柔性电子研究院，陕西省西安市长安区东祥路1号，710129

*Email: iamtjwang@nwpu.edu.cn

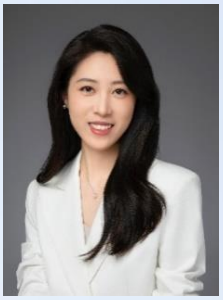
摘要正文：

在我国，每十万人中就有300-399例创伤性脑损伤（Traumatic brain injury，TBI）相关伤害，患者可能会出现颅骨损伤以及创伤性癫痫等症状。研究表明，通过脑电活动可以监测和定位癫痫状态。尽管通过头皮进行非侵入脑电监测方便直观，但由于颅骨的阻碍，信号幅值会显著下降，仅为原始信号强度的十几分之一。目前，颅内植入电极是定位致痫区的“金标准”，但其需要开颅手术，存在感染和出血的风险。此外，传统硬质电极在使用时可能损伤脑组织，而颅骨缺损的修复也面临支架与颅骨间机械性能不匹配等挑战，且常见修补材料如聚醚醚酮（PEEK）是绝缘材料，不利于脑电检测。因此，亟需开发损伤小、高信噪比的多功能柔性电极。近年来，随着柔性电子学的发展，各种柔性电极被研发出来，显著提升了脑电信号监测效果。

本研究提出了一种基于纤维素气凝胶的长效、质轻、具有抑菌功能的柔性电极，用于人机界面长期、安全、高质量的心电、肌电、脑电信号监测。柔性纤维素气凝胶材料轻质、多孔，具有丰富的羟基官能团，能够大量吸收和保留电解液（吸水性≈800%），延迟电解液流失，显著提升电极使用时效。该材料通过热诱导相分离一步法制备，优化配方实现了电极材料的本征柔性调控（储存模量≈1 MPa），与人体组织贴合适配度良好，保证高质量生理信号获取（皮肤接触阻抗≈29 kΩ，20 Hz）。同时，复合了银纳米线@聚吡咯（AgNWs@PPy）核壳

结构纳米添加剂，赋予电极广谱抑菌抗污能力，提升使用时效。气凝胶电极可自然干燥，且保持形貌稳定，可多次使用，降低成本。与商用电极相比，气凝胶电极信噪比更高，使用时间更长。特别是对于脑电信号采集，当商用电极在12小时后失效时，气凝胶电极仍能清晰记录脑电图特征。此外，纤维素及其衍生物是绿色、无毒、具有可持续性和生物相容性的聚合物材料，广泛应用于生物医学领域，不仅提升了柔性气凝胶材料在临床推广的可行性，同时热诱导相分离制备法简化了电极生产流程，有望推进大规模产业转化。

徐夏忆



华南理工大学

华南理工大学生物医学科学与工程学院教授，博士生导师。主要从事生物粘附材料体系的设计与构建。以第一作者或共同第一作者在包括 Science Translational Medicine、Nature Communications、Science Advances、Advanced Functional Materials、Biomaterials 等国际知名学术期刊发表论文 7 篇。主持或参与国家海外引进人才青年项目、香港特区政府创新及科技基金研究员计划项目（ITF-RTH）和香港科学园生物医药科技培育计划（INCU-BIO）等研究及科创基金项目。曾荣获日内瓦国际发明展金奖、中国“互联网+”大学生创新创业大赛金奖、香港中文大学年青学者论文奖、香港医疗保健器械业协会学生研究成就奖等奖项与荣誉。

不依赖pH快速原位成胶的生物粘附水凝胶及其在胃肠道的应用

徐夏忆[1]，边黎明[1,*]

[1]生物医学科学与工程学院，华南理工大学，广州，511442

*Email: bianlm@scut.edu.cn

报告摘要：

如何实现粘附水凝胶在复杂且动态的体内环境中快速原位固化并维持长效的强粘附是生物湿粘附研究中必须解决的关键问题。本研究构建了基于硫脲-儿茶酚高效交联的新型仿贻贝粘附水凝胶体系，实现了低氧化剂需求且不依赖pH的超快速原位成胶。通过窥镜双管道的精准递送方式，实现了该水凝胶在胃部的快速原位成胶和长效伤口保护，利用儿茶酚吸附生物大分子机制，显著提升胃溃疡治疗效果。通过进一步对该粘附水凝胶进行杂化双网络优化，提升了水凝胶高效阻断出血点、促进凝血的性能，实现了动脉大出血和急性胃出血的有效止血，显著抑制了再出血风险。本研究通过窥镜递送即可实现超快速组织湿粘附，进而促进创面愈合、有效控制急性大出血、促进组织修复。该工作突破了传统生物粘附材料的局限，拓宽了粘附材料的医学应用场景，提升了生物粘附材料的应用价值。

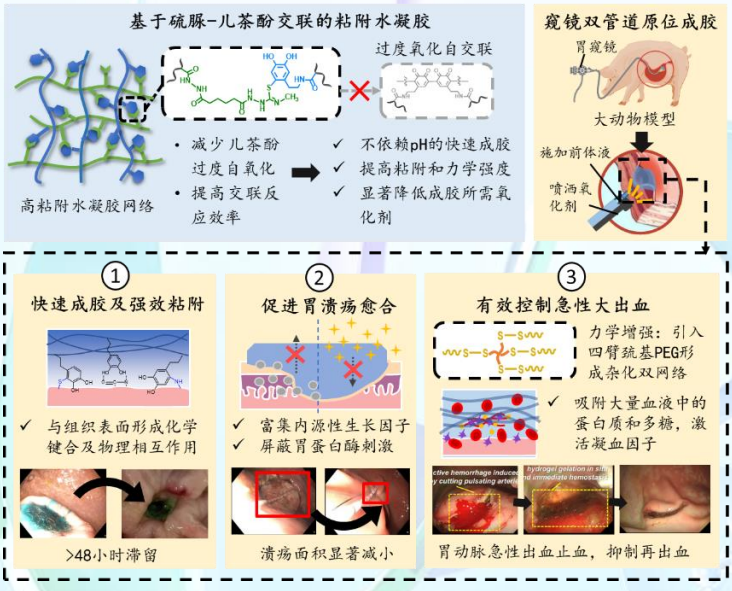


Fig. 1 Summary of our bioadhesive hydrogels based on thiol-catechol crosslinking strategy for variable GI applications via endoscopic delivery.

符静珂

上海交通大学医学院附属第九人民医院

工学博士，上海交通大学医学院附属第九人民医院 骨科 助理研究员。

聚焦于生物医用材料、生物打印墨水的研发与临床转化。相关研究成果以第一或通讯作者身份发表在 Advanced Materials、Advanced Functional Materials（3 篇）、Advanced Science（3 篇）、Biomaterials、Journal of Nanobiotechnology 等杂志上；获国家授权发明专利 4 项；参编《医学 3D 打印原理和技术》和《Nanomaterials in Drug Delivery, Imaging, and Tissue Engineering》专著 2 部。相关研究工作获得了国家自然科学基金青年项目和中国博士后科学基金项目一等资助，作为课题骨干参与 2 项国家重点研发计划项目。

基于镁的释氢疗法逆转CAFs表型激活系统性抗肿瘤免疫

符静珂[1,*]，孟潇妍[2]，刘忠龙[2]，郝永强[1,*]

[1]上海交通大学医学院附属第九人民医院 骨科，上海市黄浦区制造局路 639 号，200011

[2]上海交通大学医学院附属第九人民医院 口腔头颈肿瘤科，上海市黄浦区制造局路 639 号，200011

*Email: fujingke@sjtu.edu.cn; hao_yongqiang@hotmail.com

目的：肿瘤微环境（TME）在肿瘤进展中起着重要作用。在TME成分中，癌症相关成纤维细胞（CAFs）表现出多种促肿瘤作用，并可诱导肿瘤免疫逃避和耐药性。调节CAFs可能是增强全身抗肿瘤免疫的潜在策略。基于此，我们开发了一种氢气疗法来调节CAFs，从而激活抗肿瘤免疫，为肿瘤治疗提供新的途径。

方法：我们开发了一种基于纳米$CaCO_3$修饰的镁棒（Mg-CaCO3）的氢气疗法。我们用ICP-MS表征了Mg-$CaCO_3$的离子释放特征，用氢电极表征了Mg-$CaCO_3$的氢气释放特征。然后我们评估了用Mg-$CaCO_3$处理的肿瘤细胞和成纤维细胞的ROS水平和细胞存活率。通过Western Blotting、ELISA和免疫荧光染色测定CAFs标志物及其免疫抑制因子。此外，使用$CD4^+$T细胞CAFs共培养模型，我们通过流式细胞术评估$CD4^+$T细胞的免疫表型。最后，我们通过流式细胞术和ELISA法验证了Mg-$CaCO_3$在“冷肿瘤”（4T1细胞）和“热肿瘤”（MC38细胞）双侧肿瘤移植模型中的体内系统抗肿瘤免疫。

结果：我们观察到氢气处理可以降低CAFs细胞内的活性氧含量，重塑CAFs的促瘤和免疫抑制表型。Mg-$CaCO_3$的氢气疗法不仅可以直接杀死肿瘤细胞，还可以抑制CAFs中的促肿瘤和免疫抑制因子，从而增强$CD4^+$T细胞的免疫活性。原位植入Mg-$CaCO_3$可以显著抑制肿瘤生长，将“冷”原发性肿瘤转化为“热”，并刺激全身抗肿瘤免疫，这一点在“冷肿瘤”（4T1细胞）和“热肿瘤”（MC38细胞）的双侧肿瘤移植模型中得到了证实。

结论：Mg-$CaCO_3$氢气疗法逆转了CAFs的免疫抑制表型，从而通过重塑肿瘤基质微环境提供了一种系统的抗肿瘤免疫刺激策略。

薛健民

中国科学院上海硅酸盐研究所

中国科学院上海硅酸盐研究所副研究员，研究方向主要为生物医用材料的仿生制备及功能化设计。以第一/共一/共通讯作者在 *Matter*、*Acta Biomaterialia*、*Advanced Healthcare Materials* 等期刊发表学术文章多篇，申请发明专利 5 项（1 项已实现转让）。主持国家自然科学基金青年项目 1 项、所科技创新项目 2 项，作为项目骨干参与国家重点研发计划项目、国家自然基金重点项目等多项课题，并获得上海市博士后日常经费资助。

生物启示的骨修复材料的制备及性能研究

薛健民[1]，吴成铁[1,*]

[1]中国科学院上海硅酸盐研究所，上海市长宁区定西路 1295 号，200050

*Email: chengtiewu@mail.sic.ac.cn

目的：制备兼具良好生物活性和力学性能的骨修复材料一直是研究热点问题。特别是，不同骨缺损部位对于相应的骨修复材料具有特定的力学需求。因此，设计制备力学匹配的生物活性材料对于进一步提升骨修复效果具有重要意义。

方法：受到自然界中天然材料的多级结构和优异性能之间关系的启发，通过构筑仿生有序结构或利用天然生物模板的策略，并结合生物活性无机组分，发展生物启示的高性能骨修复材料。

结果：针对承重部位骨修复对于高强度材料的需求，通过“定向组装-仿生矿化-压力辅助致密化”相结合的方法，成功制备了仿骨纤维定向结构的羟基磷灰石基生物陶瓷，展现出了与密质骨相似的强度和弹性模量，解决了传统生物陶瓷与骨组织力学匹配性差的问题。此外，利用具有多孔竹基生物模板并结合生物矿化的方法，实现了高强度的磷酸钙矿化竹基生物材料的制备；竹基模板的多孔结构和矿化引入的磷酸钙活性组分赋予了材料良好的细胞输运性能和骨整合性能。为了进一步满足颅骨、眼眶骨等薄壁骨组织修复的需求，通过低温水热法在硅质天然海绵骨架表面引入生物活性硅酸钙，制备出柔性生物陶瓷，可满足薄壁骨组织手术修复中的各种加工操作，并能有效加速血管及骨组织再生。

结论：通过构筑仿生有序结构或利用天然生物模板，并结合仿生矿化引入生物活性无机组分，实现了多种高性能骨修复材料的可控制备，可满足不同部位骨修复需求，并证明了生物材料中多级结构的构建对组织工程和再生医学具有重要意义。

张竹红

烟台大学

教授/博士生导师。烟台大学 “分子药理与药物评价”教育部重点实验室学科带头人。南开大学博士毕业后，先后在美国 UCSD 和 FDA 从事博士后研究，2018 年入职烟台大学药学院。聚焦于“眼科药理与分子毒理学”主持国家自然科学基金两项，以第一/通讯作者在《Advanced Science 》、《Particles and Fibre Toxicology》和《Archives of Toxicology》等权威 SCI 期刊发表论文 22 篇，申请发明专利 7 项。获得“第十届山东药理学会山东省青年药理学先进工作者特等奖”、“FDA 杰出科学家论文发表奖”和“优秀青年科学家奖”等多个奖项。

负载工程化外泌体的脱氢表雄酮多肽水凝胶通过保护视网膜微环境抑制视网膜缺血再灌注损伤

张竹红[1,*]，彭圣钧[1]，高洁[2,*]，杨志谋[2,*]

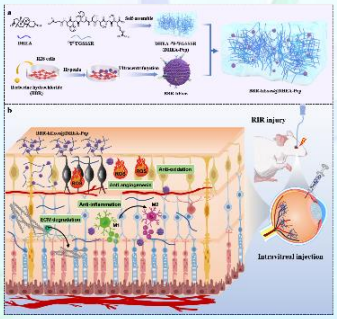
[1]烟台大学 药学院，山东省烟台市莱山区清泉路 30 号，邮编：264005

[2]南开大学 生命科学学院，天津市南开区卫津路 94 号，邮编：300071

*Email: zhzhang0608@ytu.edu.cn (Z. Zhang), chemgaojie@nankai.edu.cn (J. Gao), yangzm@nankai.edu.cn (Z. Yang)

报告摘要：

视网膜缺血再灌注（Retinal ischemia reperfusion, RIR）损伤与多种致盲性眼病密切相关，如急性青光眼、糖尿病视网膜病变、视网膜血管阻塞和早产儿视网膜病变等。我们前期的研究发现，RIR损伤可以导致氧化应激、炎症反应和视网膜神经节细胞（retinal ganglion cell, RGC）死亡 [1]，多种天然产物纳米体系可以通过保护视网膜微环境抑制RIR损伤 [2-4]。脱氢表雄酮(Dehydroepiandrosterone, DHEA)是美国FDA批准的药物，通过减轻兴奋毒性来保护视网膜神经元，但是其水溶性差，很难用于玻璃体给药。我们先前的研究发现Nap-FFGSSSR可以防止肌肉组织纤维化和胶原沉积，最终在治疗肌肉减少症方面取得显著效果 [5]。近年来外泌体在眼部治疗方面取得了显著进展，包括创伤性眼部疾病和自身免疫性眼部疾病。因此，我们以IGF-1模拟肽(FFGSSSR)和DHEA为模块，构建了一种新型自组装肽水凝胶（DHEA-Pep），并将其用于包封盐酸小檗碱（Berberine hydrochloride, BBR）预处理的乏氧型外泌体（BBR-hExos），该制剂（BBR-hExos@DHEA-Pep）不仅具有较高的生物相容性，并且单次玻璃体注射可以在眼内持续释放治疗药物 DHEA 和 BBR-hExos，在体内外发挥抗炎、抗氧化和保护RGCs的作用。为了研究其分子机制，我们进行了转录组测序，结合生物学验证实验发现，BBR-hExos@DHEA-Pep可以通过抑制经典和非经典的Wnt和PI3K/Akt/mTOR信号通路保护视网膜微环境。



马进进

苏州大学

负载 GDNF 因子的取向明胶支架促进脊髓损伤修复的研究

马进进[1]，李斌[1,*]

[1]苏州大学骨科研究所，地址江苏省苏州市姑苏区干将东路 178 号，215007

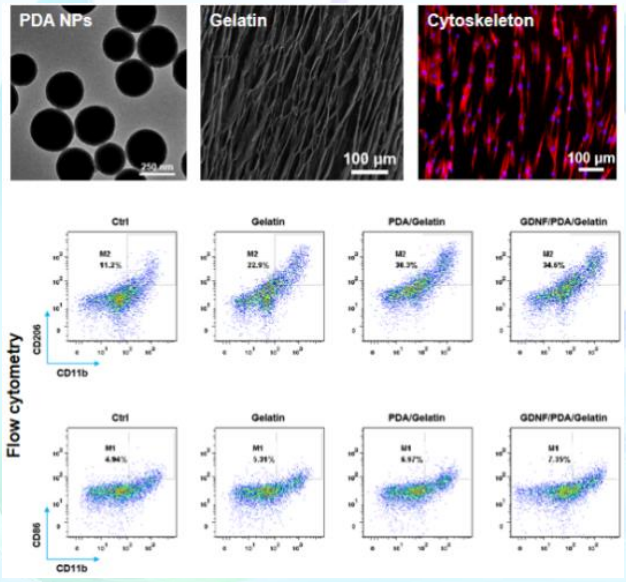
*Email: binli@suda.edu.cn

引言：脊髓损伤后，脊髓固有的天然性免疫细胞小胶质细胞快速激活，激活的小胶质细胞/巨噬细胞可以持续性地处于活化状态，分泌大量的促炎因子参与形成损伤后的再生抑制微环境，进而阻碍脊髓损伤修复。因此，如何调控小胶质细胞/巨噬细胞介导的持续性促炎反应是重塑脊髓再生微环境的重要策略。此外，神经营养因子是促进运动功能恢复的首选，故，持续缓释神经营养因子对脊髓损伤后的运动功能恢复至关重要。

材料与方法：首先通过一步法制备得到介孔聚多巴胺纳米粒子（PDA NP），然后将加载胶质细胞源性神经营养因子（GDNF）的介孔 PDA NP 加入明胶（Gelatin）溶液中，通过液氮冷冻法制备得到取向明胶支架（GDNF/PDA/Gelatin），然后建立小鼠 T8 脊髓半切模型，将支架材料植入体内。术后通过神经元特异性标记物和新生血管标记物免疫荧光染色评价取向明胶支架促神经修复和血管再生情况。

结果与讨论：通过流式细胞术分析脊髓损伤处巨噬细胞表型，结果显示 PDA/Gelatin 中 CD86/CD11b 显著减少，且 CD206/CD11b 明显增多，这表明其可以改善脊髓损伤微环境发挥免疫调控功能，促进局部免疫细胞向 M2 型极化。术后运动功能评价结果表明，空白对照组小鼠下肢运动功能恢复受限，且与 GDNF/PDA/Gelatin 组具有显著的统计学差异。

结论：仿生复合免疫调控 GDNF/PDA/Gelatin 支架可有效抑制炎症反应，并且在损伤后期显著减少胶质纤维酸性蛋白分泌和瘢痕组织形成，促进血管和神经再生，从而提高运动功能恢复，可作为理想的生物支架材料促进脊髓损伤修复。



GDNF/PDA/Gelatin 调控细胞行为且促进巨噬细胞向 M2 型极化。

AI可持续发展分会

高毅勤

北京大学

1972 年出生，1993 年本科毕业于四川大学化学系，1996 年在中科院化学所获得硕士学位，2001 年获得加州理工学院博士学位。2001 年— 2004 年在加州理工学院和哈佛大学做博士后研究。2004 年 -2010 年在美国德克萨斯农工大学（Texas A&M University）化学系任助理教授；2010 年起任北京大学化学与分子工程学院教授，2013 年起同时担任北京大学生物医学前沿创新中心研究员。主要从事生物物理化学/ 理论化学方面的基础研究。现任北京大学理学部副主任，JCTC杂志副主编，新基石研究员。

面向生物医药研发的深度分子模型和模拟

高毅勤

北京大学化学与分子工程学院 *gaoyq@pku.edu.cn

报告摘要：

基于力场的分子模拟在化学、材料和生命体系中有着越来越广泛的应用，通过分子模拟解析生物大分子结构和动力学性质对生物过程和生物医药的研究等具有较为重要的价值。而深度学习模型和算法的快速进步为提高分子模拟的计算能力提供了新的契机甚至范式。 以AF2和AF3为代表的深度学习方法帮助实现了蛋白结构的快速准确预测。在深度学习框架下实现分子计算具有很好的应用前景和价值 。在本报告中，我们将着重介绍分子模拟和深度学习模型应用于生物分子体系研究的计算方法和软件平台发展； 特别是将结构预测、分子生成和动力学计算等集中在统一的深度学习框架下，建立原生于人工智能的多模态和跨尺度的分子模拟工具的尝试。我们也将对这些模型的发展途径进行展望。

洪亮

上海交通大学

基于预训练的蛋白质工程通用人工智能

洪亮

上海交通大学　15921740849@163.com

报告摘要/Abstract：

AlphaFod解决得是蛋白质及其复合物三维结构的预测，即使有正确的三维结构也不意味着蛋白有特定的功能。我们团队在过去3年开发了一套基于预训练的蛋白质工程的通用人工智能 Pro系列。与 AlphaFold 预测结构不同，Pro系列开创性地实现了从序列直达功能的精准蛋白质设计。通过预训练方法，让大模型学习自然界已知蛋白质序列和结构特征，并探索与理解自然界中蛋白质序列与功能的映射规律，从而开发出一套能够高效地设计出稳定性好、活性高、功能性强的各种蛋白产品的通用大模型。利用这种方法在短短1年时间，我们已经成功设计和改造20余款蛋白质并被湿实验验证（包括核酸聚合酶，基因剪辑酶，IVD酶，抗体等），其中两款实现放大生产并产业化应用。本讲座将介绍我们的蛋白质通用人工智能方案及实践案例，并开放讨论基于预训练的大模型对于当代科研的影响。

来鲁华

北京大学

北京大学化学与分子工程学院教授，物理化学研究所所长，定量生物学中心副主任，北京大学-清华大学生命科学联合中心资深研究员，中国医学科学院药物设计方法研究创新单元主任。曾获国家自然科学基金委员会杰出青年基金资助，教育部长江特聘教授。Journal of Medicinal Chemistry和Quantitative Biology副主编，Journal of Chemical Information and Modeling和Journal of Molecular Recognition等杂志顾问编委。近期主要研究方向包括：基于结构、系统生物学与人工智能的药物设计方法与应用，功能蛋白质设计，肿瘤细胞代谢和炎症网络调控机制研究等。发表相关SCI论文300余篇，申请并获得软件知识产权及专利30余项。2017年获中国化学会计算机化学杰出贡献奖。

AI 赋能药物研发

来鲁华

北京大学化学与分子工程学院　*邮箱地址：lhlai@pku.edu.cn

报告摘要：

近几十年来，基于结构的药物设计方法在创新药物研发过程中发挥了重要作用。随着深度学习等新一代人工智能技术的快速发展，人工智能领域的新技术、新方法越来越多地被应用于创新药物发现的各个方面。报告人的实验室致力发展人工智能与物理模型相结合的创新药物设计方法，加速创新药物研发进程。报告将以化学小分子及多肽和蛋白质药物全新设计为例，探讨如何结合大模型、深度学习与物理模型发展新一代的药物设计方法，推动创新药物发展。

孙伟杰

北京深势科技有限公司

深势科技创始人、CEO。伟杰拥有北京大学法学及管理学学位。2021 年，伟杰入选福布斯中国 U30 精英榜并当选封面人物；2022 年，入选福布斯亚洲 U30 精英榜并当选封面人物，入选胡润 U30 中国创业先锋榜单；2023 年，代表“深势科技”项目斩获第八届“互联网+”创新创业大赛金奖及全国总决赛季军。伟杰同时还担任了海淀区第九届青联委员，北京科学智能研究院（AISI）战略发展顾问等。

AI for Science新范式驱动的微尺度科研及工业研发平台

孙伟杰

北京深势科技有限公司，北京市海淀区中关村大街 3 号鼎好大厦 A 座 12 层，100089

*Email: sunwj@dp.tech

摘要正文：

AI for Science正在成为学界和业界高度关注的话题。它将有望推动科研范式和产业形态的新一轮升级，同时也面临着很多挑战。在本报告中，我将分享科学研究新范式“深势•宇知®”AI for Science大模型体系的“创新 - 落地”链路及其开放生态；进一步，我将以科研云平台玻尔®科研空间站为例，介绍其赋能微尺度科学研究与工业设计、从创新到落地的实际案例；最后，我将介绍AI for Science更多软件平台进展、应用案例以及展望。

田永鸿

北京大学

北京大学博雅特聘教授，博士生导师，IEEE Fellow，北京大学深圳研究生院信息工程学院院长，鹏城实验室网络智能部副主任兼云脑研究所所长，2018 年国家杰出青年基金获得者，2024 年首批国家杰出青年基金延续资助计划获得者。主要研究方向为分布式机器学习、脉冲神经网络和神经形态视觉。累计主持国家重点研发计划项目、国基金杰青/重点/重大仪器项目等国家、省部级与企业合作项目 40 余项，累计在 Nature/Science 子刊、IEEE Trans 等国际期刊和 ICML、NeurIPS 等国际会议发表学术论文 350 余篇，两获国际期刊和会议最佳论文奖；拥有美/中国发明专利 100 余项，获国家技术发明/进步二等奖各 1 次、教育部科技进步一等奖 1 次、中国电子学会技术发明/科技进步一等奖各 1 次、2023 年广东省科技进步特等奖、2022 年 IEEE 标准奖章和标准新兴技术奖、2022 年 ACM 戈登贝尔奖特别奖提名，国内外算法竞赛奖 10 余次，是首届高校计算机专业优秀教师奖励计划获奖者。曾任香港中文大学（深圳）和华中科技大学兼职教授，国际期刊 IEEE TCSVT/TMM/Multimedia 等编委，IEEE MIPR2020/ICME2021 大会主席，IEEE ICME2015/BigMM2015/ISM2015/MIPR2018/ MIPR2019 程序主席，现任 IEEE 数据压缩标准委员会副主席兼 IEEE 2941 标准工作组组长、中国图象图形学会理事与交通视频专委会副主任等。他是科技部十四五重点专项“智能传感器”专家组成员、广东省十四五重点专项“新一代人工智能”专家组成员。

探索 AI4S 的未来：北大引领，深圳铸基

田永鸿

北京大学计算机学院，北京大学深圳研究生院信息工程学院

yhtian@pku.edu.cn

报告摘要/Abstract：

以大模型为代表的人工智能几乎是正在改变基础科学领域的研究范式。2023年8月2日，Nature刊文指出，机器学习等人工智能方法可用于解决科学问题、引导科学假设生成并推进科学发现。显然，以“科学大数据+大规模算力+高性能AI模型”为典型特征的科学智能（AI for Science，AI4S），代表了计算领域的新一代方法和科学机遇。2023年7月，北京大学深圳研究生院启动了AI4S交叉研究专项，并和国家重大科学基础设施“鹏城云脑”形成紧密联结，研发面向AI+生命科学和AI+新材料创制等的自动化智能化实验平台，并已经取得了一系列初步的研究进展和突破。本报告将介绍北京大学深圳研究生院AI4S研究计划的部署实施情况，以达抛砖引玉之效。

夏宁

武汉智化科技有限公司

法国科学院化学博士，国家海外高层次人才，湖北省百人，武汉英才，拥有化学和IT双重学术背景，曾先后在德国拜耳集团和巴黎欧莱雅的研发部门工作。 2009年，与合伙人共同创立了 eNovalys，并担任CTO，主导开发了多项化学信息学软件产品，旨在提高化学实验研发效率。2018年夏宁博士创立智化科技Chemical.AI，并于2021年创办了自动化智能实验室（ChemAILab）。夏宁博士带领团队在化学信息学领域深耕十余年，有着丰富的研发经验，并积累了大量化学化工的专业数据，是国内从事 AI 赋能化学合成领域的先行者。

AI+自动化加速分子合成

夏宁

Chemical.AI智化科技 *xianing@chemical.ai

报告摘要/：

在分子的发现中，合成效率是关键的瓶颈之一，分子合成路径往往由合成化学家自主设计，为了提升效率，突破个人经验的局限，我们借助AI和自动化加速化合物合成路线的设计和合成。

我们利用AI机器学习模型，成功研发出了ChemAIRS路线设计软件，能在数分钟内生成多样化、可行性高的合成路线，还可筛选反应条件，优化工艺化学，预测反应杂质等，为化学家们提供了更为快速可靠的分子路线合成方案。此外，我们自主研发了AI自动化合成平台ChemAIoT，不仅实现了实验室高通量的自动化合成，并实现对反应结果的分析及分离，显著提升了实验效率。

张肖男

北京百度网讯科技有限公司

生物计算大模型技术赋能医药产业升级

张肖男

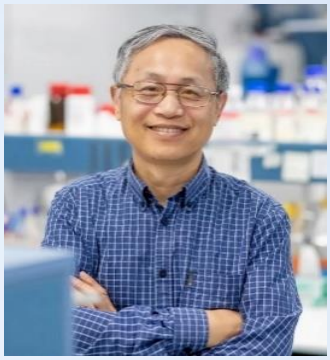
百度 zhangxiaonan@baidu.com

报告摘要：

大模型技术是现今最火爆的AI技术，已在文本，图像，视频等场景取得技术突破。近年来，大模型技术也逐步扩展到生命科学领域。但由于生命科学领域高昂的数据生产成本，存在数量少、质量差等问题，使得常规的大模型技术无法直接复用在生命科学领域。基于此，百度飞桨螺旋桨生物计算团队提出“数据+原理”双驱动的生物计算大模型思路，旨在让生物大模型通过多种方式学习底层的物理、化学原理以提升大模型的整体鲁棒性和泛化能力。

周耀旗

深圳湾实验室



周耀旗教授于2021年3月起作为资深研究员全职加入了深圳湾实验室，也是靶向RNA小分子药的公司砺博生物科学创始人。在这之前，他是中国科技大学近代化学系的学士，美国纽约石溪大学的博士，北卡州立大学、哈佛大学的博士后，布法罗大学助理教授，副教授，印第安纳大学正教授，澳大利亚格里菲斯大学教授。他长期在结构生物信息学方面工作，曾经多次在国际蛋白质/RNA结构预测和功能预测比赛中名列前茅。他的科研成果的原创力和影响力获得了世界专家同行的肯定，入选了全球前2%顶尖科学家“终身科学影响力排行榜”和“年度科学影响力排行榜”，“中国高被引学者（生物学）榜”等。谷歌学者总引用18,000余次，H因子73。目前，周耀旗课题组通过AI计算和高通量实验的结合，从事蛋白质/RNA的序列、结构与功能关系方面的基础研究和生物分子检测、药物开发方面的应用研究。

AI 在蛋白质结构预测的局限和对策

周耀旗

深圳湾实验室

深圳市光明区科联路5号高科国家创新中心

邮箱地址：zhouyq@szbl.ac.cn

报告摘要：

最近，AlphaFold 2 实现了一项被认为几乎不可能实现的目标：预测的蛋白质结构达到了实验测定的精确度。这个出乎意料的高精度预测是通过端到端的深度学习、利用大数据和大模型，找到了多个同源序列与相应的“单一”结构之间的关系。也就是说，AlphaFold 2强烈依赖于多序列比对（MSA）中的进化和协同进化信息。对于找不到太多天然同源序列的或者进化突变的覆盖率不完全的蛋白质（例如抗体，病毒蛋白，复合物结构等），AlphaFold 2 预测的精确度和区域置信度就会大幅度下降，导致了人类蛋白质组里的残基只有36%可以被高可信地预测。最新出现的AlphaFold3以及其他AI的方法并没有彻底解决这个问题。在这个报告里，我们采用人工生成的、结构稳定性选择、高通量测序获得的同源序列来拓展AlphaFold 2和AlphaFold 3的应用范围。初步结果为快速、低廉、通过测序来对所有蛋白质实现高精度结构预测走出了第一步。

陈杰

北京大学深圳研究生院

北京大学信息工程学院副教授，主要研究方向是计算机视觉、AI4Science，致力于表征学习及其在大模型中的应用。他在 Nature commutation, TPAMI、IJCV、CVPR/ICCV/NeurIPS 等重要刊物上发表论文 200 余篇，入选“全球前 2%顶尖科学家”榜单，最高单篇引用达到 3000 余次，总引用 12000 余次。担任国际顶级期刊 TPAMI 和 IJCV 的客座编辑，国际顶级会议的研讨会主席，例如（ICCV，CVPR，ECCV，ACM MM 等）。累计主持或作为核心骨干参与国家发改委重大科技基础设施建设项目、科技创新 2030 —“新一代人工智能”重大项目、国家工信部 5G 项目建设、国家自然科学基金、广东重点项目和应急项目等 10 余项。获国家科技进步二等奖，入围 ACM 2022 戈登贝尔新冠特别奖（国际上高性能计算应用领域的最高学术奖项）。国家科协科技服务团专家，深圳市鹏城孔雀特聘岗位人才。

生命科学大模型

陈杰

北京大学深圳研究生院 jiechen2019@pku.edu.cn

报告摘要/Abstract：

报告首先介绍多模态的表征学习，接着介绍了如何训练大模型，并将其用于生命科学领域，用于预测RNA的结构，实现了对未来高风险病毒变异株的预测，该工作入围了ACM2022年戈登贝尔新冠特别奖，也是本次入围唯一来自中国的团队。该奖是国际高性能计算应用领域最高奖。

李玉强

上海人工智能实验室

博士，现任上海人工智能实验室AI for Science部门青年研究员，主要负责AI for Chemistry、化学大语言模型及智能体相关的研究。2016年在中南大学化学化工学院获得学士学位，2021年在武汉大学高等研究院获得博士学位。2021-2022年在中南大学化学化工学院工作（讲师），2022年加入上海人工智能实验室。目前以通讯作者或第一作者身份在Nature Catalysis、Nature Communications、JACS、ACIE等顶级期刊发表论文10余篇

化学大语言模型的进展和潜力

李玉强

上海人工智能实验室

报告摘要：

大语言模型是一种基于海量文本数据训练而成的人工智能模型，具有强大的自然语言理解和生成能力。大语言模型的泛用性为其在各个领域的应用提供了广阔的空间，其中化学研究尤为突出。大语言模型可以预测和生成分子性质，设计化学实验方案，以及通过与外部工具和数据库的融合，增强其在化学领域的专业性。本报告概述了化学大语言模型鉴原大模型的开发历程、应用前景，以及未来的发展趋势和展望，同时也分析了大语言模型在化学研究中遇到的风险和挑战。

李志铭

复旦大学

理学博士，复旦大学化学系副教授。1997年毕业于复旦大学获得理学学士学位，其中1992.9—1993.7 在大连陆军学院军训一年。1997.9—2003.1 在复旦大学师从陶凤岗教授和林国强院士，获得理学博士学位并留校任教至今。2009.9—2010.7 在日内瓦大学化学生物系访问，导师为Jerome Lacour，2015.9—2015.12 在美国明尼苏达大学化学系访问，导师为Jiali Gao。主要从事密度泛函理论（DFT）及深度学习在化学材料中的应用，提出了用于小数据不对称催化反应预测模型中的“类过渡态通用描述符”概念。主持、参加了多项国家自然科学基金青年及面上基金、上海市科委科技攻关项目及面上项目。近五年来，以通讯作者或共同通讯作者共发表论文36篇，其中Nature子刊5篇、Cell子刊一篇，J. Am. Chem. Soc. 3篇，Angew. Chem. Int. Ed. 2篇。

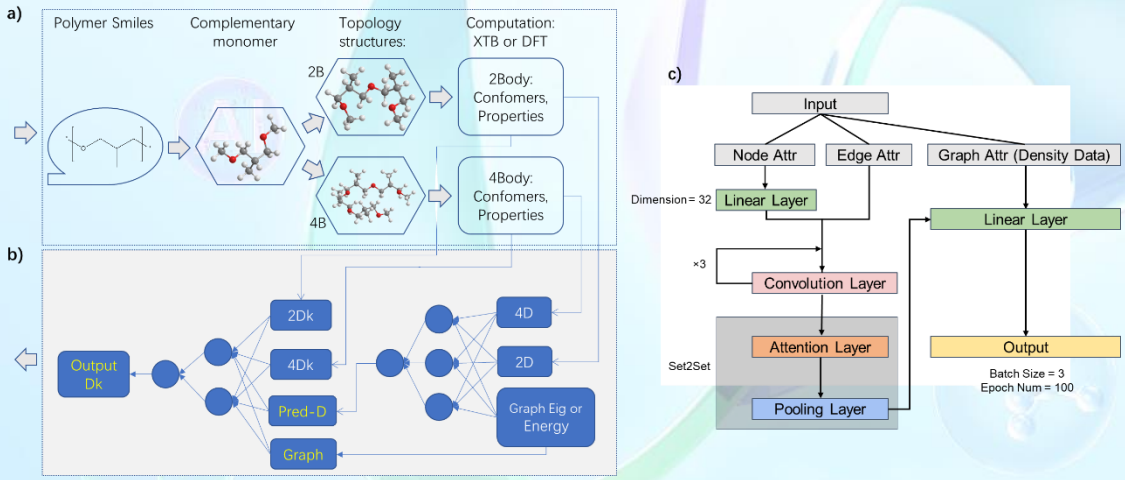
基于多尺度微结构量子化学计算的深度学习方法用于小数据聚合物属性预测

章祎文 叶子豪 胡德骏 李志铭* 张俊良*

复旦大学化学系 *E-mail: zmli@fudan.edu.cn, junliangzhang@fudan.edu.cn

报告摘要：

聚合物在诸多领域发挥着巨大作用，然而新型功能性聚合物设计仍是一项严重依赖“试错”或“偶得”的工作。快速、准确地预测新型无定型聚合物材料的性能可以加速材料设计，一直是一个挑战。其中实验数据稀少（few shots）和微结构不确定性是其中两个重要原因。本工作中我们提出“局部簇”的概念，利用便宜的量子化学计算模拟材料微结构，考察不同尺寸“局部簇”间的性质差异，结合BP神经网络和图神经网络(MPNN) 构建聚合物性质预测模型。该策略的有效性已用聚合物密度（D）、介电常数（Dk）及玻璃化温度（Tg）预测上得到证实。由于模型需要的描述符数目极少（30-50个），因此对训练集数据的需求也很少，可以有效规避聚合物领域数据难以获得的问题，以及模型过拟合的风险。该研究预计可以促进材料的理性设计，加速新材料的开发。



a) 实施方案流程图 b) 聚合物性质预测机器模型网络结构图 c) 图神经网络结构图

廖矿标

广州国家实验室

广州国家实验室研究员、标智未来首席科学家、全国青联委员、广州市科协常委。曾获广东青年五四奖章、国家海外高层次青年人才、广州市优秀专家、广州市最美科技工作者等荣誉。2013年本科毕业于中山大学，2017年博士毕业于美国埃默里大学；2018年加入艾伯维医药公司，2019年回国加入生物岛实验室担任研究员，负责组建化学合成平台；2021年担任广州国家实验室研究员，同年，创立标智未来并担任首席科学家。研究兴趣为AI化学。长期致力于设计建造新一代自动化高通量合成平台、建设化学反应大数据系统、发展人工智能反应预测模型以及开发新型有机合成方法学。至今，已以通讯作者或第一作者在Nature（2篇）、Nature Chemistry、Chem、ACIE等期刊发表一系列学术论文。

人工智能合成化学

廖矿标

广州国家实验室 *liao_kuangbiao@gzlab.ac.cn

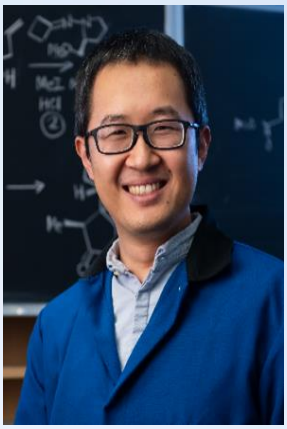
报告摘要：

1828年，德国化学家Friedrich Wöhler合成了尿素，标志着有机合成的开端。在接下来的两个世纪里，合成化学作为一门核心科学，在人类发展史上创造了许多辉煌时刻。然而，作为一门实验科学，合成化学往往需要高水平人才进行手动重复试错。繁重的重复试错不仅限制了研究人员的创造力，而且实验过程中存在许多问题，如不确定、不标准、不经济、不环保、不安全、效率低等。第四次工业革命推动了合成化学的发展，将自动化、数据科学和人工智能等尖端技术融入合成化学领域。我们团队一直致力于发展人工智能化学（AI Chemistry），助力推动合成化学研究范式的变革创新。在本次报告中，我们将介绍团队在发展AI化学的历程中，从基于自动化技术的自动合成阶段，逐步发展到以AI为核心的智能合成阶段，并成功解决新反应发现与反应优化等一系列化学问题。

图1. 人工智能合成化学时代的工作场景

林映甫

武汉大学



本科毕业于天津大学药学院，师从赵康教授。于2013年赴美在美国罗格斯大学化学系攻读博士学位，导师Daniel Seidel教授。2017年8月，跟随导师转学至佛罗里达大学继续从事有机小分子催化方面的研究，2018年12月，取得博士学位。2019年1月，来到密歇根大学药学院，师从Tim Cernak教授，从事人工智能等数据科学驱动的化学合成和药物化学方面的博士后研究。于2023年11月加入武汉大学药学院任教授、博士生导师、课题组组长，主要研究兴趣在于：数据科学赋能的药物分子设计以及活性天然产物和药物分子的创新智能合成，包括人工智能（Artificial Intelligence, AI）、高通量实验技术（High Throughput Experimentation, HTE）、反应自动化（Automation）以及机器学习（Machine Learning）等。映甫以第一或者共同第一作者身份在Science、Nature Communications、JACS等顶级期刊上发表多篇论文。部分研究成果在Science News、C&EN等被专题报道。

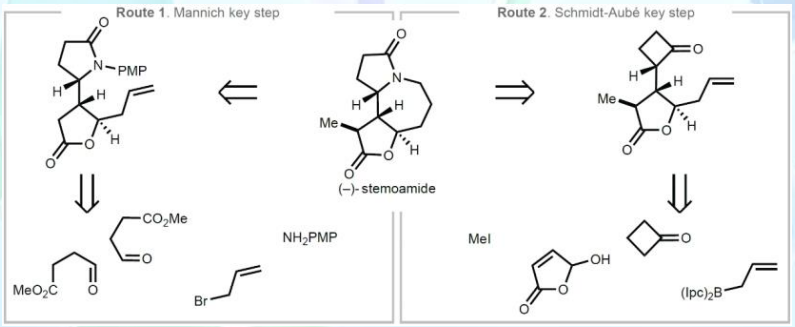
Computer-Aided Total Synthesis

林映甫

武汉大学 *yingfu_lin@whu.edu.cn

报告摘要：

Efficient chemical synthesis is critical to satisfying future demands for medicines, materials, and agrochemicals. Retrosynthetic analysis of modestly complex molecules has been automated over the course of decades, but the combinatorial explosion of route possibilities has challenged computer hardware and software until only recently. Here, we explore a computational strategy that merges computer-aided synthesis planning (CASP) with molecular graph editing algorithms to minimize the number of synthetic steps required to produce alkaloids. The CASP algorithm, SYNTHIA, consistently proposed a Mannich reaction for the synthesis of stemoamide that none of 32 prior approaches in the literature had featured. Our study culminated in an enantioselective 3-step synthesis of (−)-stemoamide by leveraging high-impact key steps, which could be identified in computer-generated retrosynthesis plans using graph edit distances.1



Two retrosynthetic plans of stemoamide with computer-aided key step generation

王珊珊

国防科技大学

机器学习赋能的低对称性二维材料显微结构解析

王珊珊
国防科技大学空天科学学院，湖南，长沙，410073
北京大学深圳研究生院新材料学院，广东，深圳，518055
Email: wangshanshan08@nudt.edu.cn

报告摘要：

材料的原子级结构（如空位、晶界、相态、层错等）显著影响其电学、光学、力学、催化等性能，也是理解材料微观结构向宏观性质传递规律的关键环节。透射电子显微术是表征材料原子尺度结构信息的重要手段。然而，人工分析显微图像存在耗时长、精度低、门槛高、对图片质量敏感、难以获得统计学结论等局限。因此，亟需开发高精度、高效率、高鲁棒、自动化的显微图像识别与分析方法。本报告将介绍（1）利用等变图神经网络，对结构多样、且存在随机大尺度晶格畸变缺陷的精准识别；以及（2）利用解耦表征学习的生成式模型，构建显微图像高质量数据库，进而实现对二维范德华界面复杂层错（包括滑移堆垛和扭角堆垛花样）原子级结构的解析。

杨跃东

中山大学

中山大学计算机学院教授、国家超算广州中心总工程师， 国家级青年人才，主持基金委重大专项课题、国家重点研发课题等。作为第一/通讯作者在Nature Machine Intelligence（2篇）/Nat Comp Sci/Chem/Nat Comm(2篇)等领域顶级期刊和会议上发表100多篇论文，谷歌学术总引用1万多次；入选年度全球前2%最有影响力科学家（斯坦福大学）、2022年中国智能计算科技创新人物（麻省理工评论-Deeptech）。获2023年广东省科技进步特等奖、中国电子学会科技进步一等奖、Cell出版社2021中国年度论文、2021年世界人工智能大会青年优秀论文奖等；担任Nature出版社Comm Biol（中科院一区）和BMC Bioinfo杂志编委。目前主要研究融合超算和智算的多尺度生物信息计算及药物设计应用，并基于“天河二号”开发一站式生物医药超算平台。

融合超算和智算的药物分子设计研究

杨跃东

中山大学 yangyd25@mail.sysu.edu.cn

报告摘要：

本报告针对药物智能设计中蛋白质与药物分子空间结构的精确描述难题，讨论了基于VQA和几何图网络的分子结构表征方法，并进一步结合多尺度融合表征策略，突破了蛋白质与药物分子结合预测瓶颈。同时，针对智能模型在分子生成中存在的精度问题，结合高通量分子模拟技术，大幅度提高了药物设计准确度。作为成功案例，我们仅用了49天时间就发现了全新的PROTAC（蛋白降解靶向嵌合体）化合物，并通过实验证实其具备更优的药代动力学特性，充分体现了超智融合在加速药物发现过程中的巨大潜力和实际应用价值。

余珂

北京大学深圳研究生院

博士，就职于北京大学深圳研究生院，任助理教授、北京大学环境科学与工程学、计算机应用技术双学科博导。研究关注于极端环境、环境工程及人体系统的微生物，开发1）痕量遗传物质采集、提取及测序技术，2）基于人工智能技术的多宏组软件、算法、分析流程及可视化系统，3）以信息学技术为支撑的多组学高精度数据解析和定向富集培养技术，及4）耦合合成微生物学和合成生态学的微生物群落改造或强化技术，以此发掘地球演化过程中的罕见或特殊微生物类群及其在特殊生物制剂（制药等）生产、环境修复与改造中的应用潜能。主持或以单位第一负责人参与国家自然科学基金重点基金、青年基金及“十四五”国家重点研发计划项目子课题等10项课题，成果包括以第一作者或通讯作者身份在包括Nature Communications、Microbiome、Environmental Science & Technology、Water Research等多领域的多种期刊的30余篇论文，总SCI论文数合为80余篇，总引用次数4000余次。

整合人工智能技术及分子生物学技术的微生物“暗物质”识别的系统技术开发

余珂

北京大学深圳研究生院　yuke.sz@pku.edu.cn

报告摘要：

微生物遍布于世界各种生境之中。据估算，99%的微生物物种仍未被人类发现[1-2]。识别并培育具有应用潜力的微生物类群，实现对微生物群落的有效调控，是探索疾病治疗的新型方式、新型药物研发、开发环境工程治理等多学科研究的共性需求。旨在解决这一共性问题，我们开发了整合分子生物学技术及深度学习模型，进行微生物组学数据进行微生物“暗物质”识别。我们采用经整合的DNA消耗技术、磁性纳米技术、吐温-20磷酸缓冲液处理法、抗生素抑制法等前处理技术，低丰度物种最高富集了400倍，取得了显著成效。在进一步研究中，我们开发了整合AI模型的高精度宏基因组分箱分析方法（BASALT）。其可从短序列组装、长序列组装或者混合组装策略所得的多个组装文件中，通过抽取初始基因组、融合基因组、去除冗余基因组、并利用冗余基因组对目标基因组进行深度修正。BASALT识别的更高质量基因组的数量显著高于现今已知所有binning方法的6.8倍至12.6倍，对低丰度物种的识别灵敏度提高了一个数量级。分子生物学技术及神经网络技术的整合，使得低丰度微生物的识别灵敏度提升了三个数量级。在随后的应用中，我们使用BASALT来自于数千个个体的肠道微生物群落数据进行宏基因组解析，从中推测了具备吲哚乙酸高产潜力的菌株，可潜在应用于炎症性肠炎的治疗之中，为进一步验证这些吲哚乙酸高产菌株提供了宏基因组分析基础。

张文彬

北京大学

Wen-Bin Zhang is currently a professor at the College of Chemistry and Molecular Engineering of Peking University. He received his BS from Peking University in 2004 and his PhD in Polymer Science from the University of Akron in 2010. He continued there as a postdoc for one year, before moving to Caltech for a second postdoc. He started his independent career at Peking University in 2013 and was promoted to a tenured associate professor in 2019 and to a full professor with tenure in 2020.

AI 赋能的拓扑蛋白质设计和开发

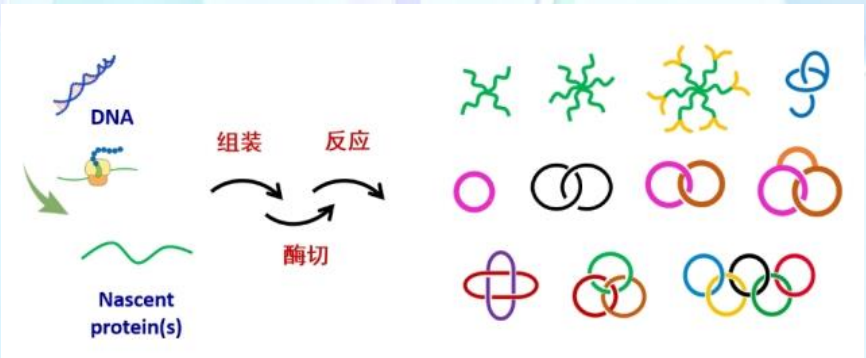
张文彬

北京大学化学与分子工程学院，北京 100871

*wenbin@pku.edu.cn

报告摘要：

蛋白质的体内合成受基因调控，其主链结构多为线形结构。具有非线形复杂拓扑结构的蛋白在大自然中较为少见，大多与特定的功能优势相联系。我们致力于拓展蛋白质的拓扑结构，以探索拓扑结构的构效关系以及生物医药应用。我们利用可基因编码的多肽标签-蛋白质化学反应，通过合理的设计及与蛋白质折叠的结合，合成了多种具有复杂拓扑结构的蛋白质，包括轮烷、纽结蛋白质、套索蛋白质、蛋白质索烃等。我们运用人工智能发展了具有一定普适性的拓扑蛋白质设计方法，应用分子动力学模拟初步探讨了一系列拓扑异构体的构效关系，并通过组装和反应的协同，实现了多种拓扑蛋白质的胞内精密合成。通过对若干模型蛋白拓扑结构的计算机模拟和实验研究，我们发现拓扑结构可显著提升蛋白的稳定性和耐酶切稳定性、抗变性、抗聚集能力，提示其在蛋白质药物方面具有广泛的应用前景。



黄文强

国防科技大学

基于生成式模型的范德华界面原子级结构的自动解析

黄文强[1,2,3,9], 金昱丞[6,9], 李哲民[7,9], 么琳[4*], 陈芸[2], 罗政[2], 周珅[2], 林金国[8], 刘峰[8], 高志峰[4], 程俊[6], 张林峰[4], 欧阳方平[3*], 王珊珊[1,2*] & 张锦[1,5*]

[1] 北京大学深圳研究生院新材料学院，广东深圳 518055

[2] 国防科技大学航天科学与工程学院材料系量子信息机理与技术湖南省重点实验室，长沙 410000

[3] 中南大学物理学院，湖南长沙 410083

[4] 深势科技，北京，100080

[5] 北京大学材料科学与工程学院，北京 100871

[6] 固体表面物理化学国家重点实验室，能源材料化学协同创新中心，化学化工学院;福建省能源材料科学与技术创新实验室;厦门大学人工智能研究所，福建厦门 361005

[7] 国防科学技术大学理学院，长沙 410000

[8] 中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室，北京 100190

[9] 这些作者的贡献相同。

报告摘要：

二维范德华材料通过操纵相邻原子平面之间的相对旋转和滑移，深刻地扩展了材料的设计空间。层间扭曲产生了一个具有长周期电位的莫尔条纹超晶格，引发了一些奇异的物理特性，如超导、铁电性和非平凡的拓扑状态。层与层之间的相对滑动改变了原子对齐方式，从而可以定制材料的电、磁和催化性能。扫描透射电子显微镜(STEM)提供了亚埃尺度的构型信息，成为揭示材料各种纳米结构的结构-性能关系的有力工具。然而，STEM 的分析仍然主要依赖于人类专家，这存在着耗时长、标记准确性差、个体识别偏差、对复杂模式的分析能力有限以及低通量阻碍了统计基础线索的发现等问题。机器学习的发展为问题的解决带来了新机遇，在这里，我们提出了一种三叉戟策略增强的解耦表示学习方法(生成模型)，该方法利用少量未标记的实验图像和大量低成本的模拟图像来生成大量与实验条件非常相似的带标注的模拟数据，同时实现了高质量和大容量的训练数据集。然后，训练以残差神经网络为主干的结构推理模型，该模型可以直接推断具有不同层数(双层和三层)的各种材料(ReS_2, ReS_2和MoS_2)在范德华界面上多样化和复杂堆叠模式的层间滑移和旋转，具有皮米级精度，并且对缺陷，成像质量和表面污染具有鲁棒性。该框架还可以识别堆垛模式变化的界面，量化细微的基序变化，并区分在频域中无法区分的莫尔花样。我们方法的高通量处理能力有助于发现一种新的 vdW 外延，其中各种热力学有利的滑移堆叠可以共存，证明了机器学习对新知识出现的贡献。

刘丞军

北京大学

目前就读于北京大学材料科学与工程学院，硕博连读生 3 年级，研究方向为计算有机化学与可解释机器学习，师从莫凡洋老师。

基于结构邻近机制的可解释红外光谱预测模型

刘丞军[1]，邹如强[1,2,3]，莫凡洋[1,2,3*]

[1]北京大学材料科学与工程学院，北京市海淀区颐和园路 5 号，100871

[2]北京大学深圳研究生院新材料学院，广东省深圳市南山区丽水路 2199 号，518055

[3]北京大学深圳研究生院广东省纳米微材料研究重点实验室，广东省深圳市南山区丽水路 2199 号，518055

报告摘要：

红外光谱技术对于分子动力学的研究至关重要，它通过实时监测化学反应的进程，不仅可以揭示反应的微观机理和动力学特征，还能对化学合成的成分进行实时动态监控，并对分子性质的深入理解提供了重要支持。机器学习（ML）算法的一个显著优势是能够识别隐藏在大型数据集中的复杂相关性，从而构建出预测先前未知结果的模型。当前，红外光谱的预测与分析主要依赖于理论计算及现有谱图库的比对。因此，发展兼具高准确性与强泛化能力的红外光谱预测模型对科学研究具有重要意义。近期，Marquetand课题组与Jiang课题组分别通过分子动力学（MD）模拟和密度泛函理论（DFT）计算与神经网络算法集成，显著提高了分子红外光谱预测的预测精度和计算效率。然而，基于理论计算的分子描述符作为输入的模型的可扩展性仍然受限于其高昂的计算成本。另一方面，尽管Wang课题组采用摩根指纹作为输入预测红外光谱的计算效率较高，但研究人员直接解释这些位向量仍然面临挑战，凸显了直观可解释性与提取特定化学信息或结构见解之间的差距。基于知识嵌入的数据驱动有助于算法在大量数据中捕获分子结构与性质之间的规律，进而提高模型的性能。为此，我们设计了一种基于结构邻近机制（Structural Neighboring Mechanism, SNM）的知识嵌入方法，实现了红外光谱官能团区的特征吸收波数预测（Fig. 1）。

由于复杂的分子指纹特征独特的振动和旋转模式，红外光谱的预测和分析仍然具有挑战性。经验证据表明，官能团的红外吸收值主要受相邻原子和键的影响。受此启发，我们提出了一种采用结构邻近机制的机器学习方法[错误!未定义书签。]，该方法识别出对官能团近邻的关键结构片段，通过量化化学信息的类型和数值，显著增强了红外光谱模型的预测性能及其解释性。这一方法不仅揭示了红外光谱特征与分子结构之间的紧密相关性，而且为分析复杂分子相互作用及其对红外信号影响的分子精细结构提供了一种可扩展且高效的新范式。

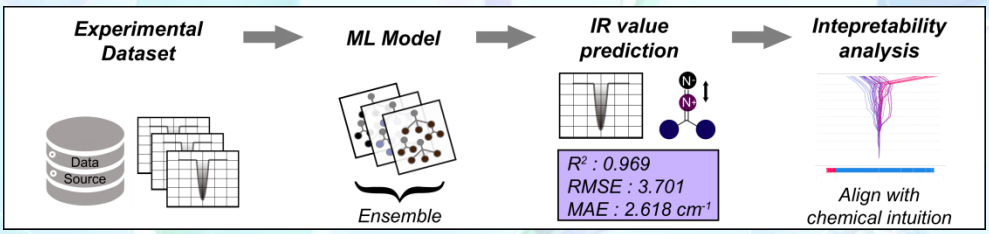


Fig. 1 The workflow of this work

吴文超

北京大学

北京大学材料科学与工程学院2020级博士研究生，研究方向为人工智能在有机化学领域的应用，运用科学机器学习的方法探索化学世界的客观规律。

基于机器学习的智能化柱层析预测模型

吴文超[1]，徐浩[2]，张东晓[2,3]，莫凡洋[1,4,5*]

[1]北京大学材料科学与工程学院，北京，100871

[2]北京大学工学院，北京，100871

[3]宁波东方理工大学（暂名），宁波，315200

[4]北京大学深圳研究生院新材料学院，深圳，518005

[5]北京大学深圳研究生院科学智能（AI4S）首批项目，深圳，518005

*Email: fmo@pku.edu.cn

报告摘要：

柱层析技术作为色谱分析领域的基础，传统上依赖于操作者的经验和手工操作，面临着诸多挑战。本研究提出了一种创新的人工智能（AI）与柱层析相结合的方法，旨在解决化学分离和纯化领域的效率低下问题并标准化数据收集。通过开发用于精确数据采集的自动化平台，并运用先进的机器学习算法，我们构建了预测模型来预测关键的分离参数，从而提高色谱过程的效率和质量。同时，迁移学习的应用使得模型能够适应不同的柱规格，扩大了其实用性。提出了一个全新的指标——分离概率（S_p）——量化了化合物分离的可能性，并通过实验验证了其有效性。这项研究在应用人工智能于化学研究方面迈出了重要的一步，为传统的色谱挑战提供了一个可扩展的解决方案，并为化学分析和纯化领域的未来技术进步奠定了基础。在此基础上，通过知识发现框架生成了可靠的“AI经验”，揭示了薄层色谱（TLC）中的保留因子（R_f）值与柱层析中的保留体积之间的关系，并以明确方程的形式展现出来。这些方程具有令人满意的准确性和泛化能力，为选择实验条件提供了科学依据，并有助于更好地理解色谱原理。

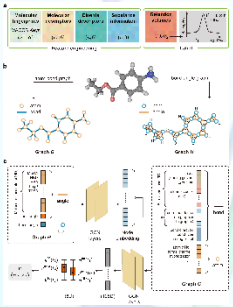


Fig. 1 Feature engineering(a) Feature engineering for ANN and LGB. (b) The schematic instruction of atom-bond Graph G and bond-angle Graph H. (c) Schematic diagram of QGeoGNN hierarchy.

章祎文

复旦大学

复旦大学化学系2022级硕士生章祎文，就读于张俊良组，导师是李志铭副教授。本科期间学习计算化学相关的内容，研究生期间接触并了解机器学习，并将其与量化计算相结合，用于聚合物性质的预测。

聚合物微观结构量化计算与机器学习协同预测聚合物性质

章祎文[1]，叶子豪[1]，李志铭[1,*]，张俊良[1,*]
[1]复旦大学化学系，上海市淞沪路2005号，2004382

报告摘要：

聚合物在多个领域扮演着举足轻重的角色，通过快速而准确地预测新型无定形聚合物材料的性能来加速材料设计，这一直是一个挑战，尤其是在实验数据稀缺和微观结构不确定性的情况下。在本研究中，我们引入了“局部团簇”的概念，利用经济高效的量子化学计算来模拟材料的微观结构，探究不同大小的“局部团簇”之间的性质差异。我们将计算结果与简单的人工神经网络和图神经网络相结合，构建了一个聚合物性能预测模型。这一策略的有效性已在聚合物密度预测中得到了验证，仅使用三个描述符就能达到优异的预测效果。训练集和测试集的R^2值分别为0.958和0.916，平均绝对误差（MAE）分别为0.0186和0.0249 g/cm³，均在原始数据源的测试误差范围内（0.04 g/cm³）。我们还将这一策略用于聚合物其他性质的预测，例如平均折射率、玻璃化温度等。平均折射率预测模型训练集和测试集的R^2分别为0.936与0.941，MAE分别为0.0092和0.0060；玻璃化温度预测模型训练集和测试集的R^2分别为为0.952和0.938，MAE分别为10.9℃和10.7℃，在使用有限小数据集的前提下得到了与大数据集相近的训练结果，有效地规避了聚合物领域数据难以获取的问题，并证明了该方法的普适性。研究成果已申请PCT(PatentCooperationTreaty)专利(2024):A METHOD FOR PREDICTING POLYMERIC PROPERTY PREDICTION WITH COMPUTATIONAL CHEMISTRY AND GRAPH NEURAL NETWORK。

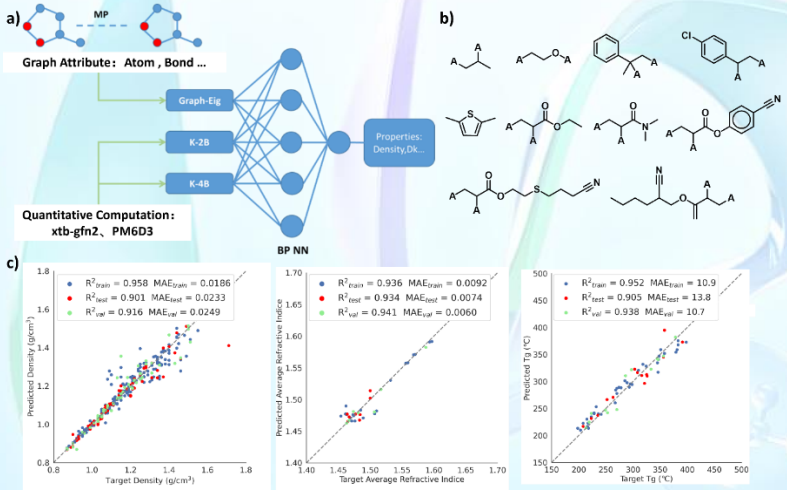


Fig. 1 a) The network structure. b) Representative structures in polymer dataset c) The model performaces of Density, Average Refractive Indice and Tg.

新能源交叉发展分会

曹安源

北京大学

北京大学材料科学与工程学院教授，博士生导师。2001年清华大学机械工程系博士学位，2002-05年美国伦斯勒工学院从事博士后研究，2005-08年在美国夏威夷大学任助理教授，2009年回国加入北京大学工学院先进材料与纳米技术系，2020年转入材料学院。研究领域为碳纳米管及其复合材料的可控制备和能源环境应用，报道了世界上最小的碳纳米管刷、用于纳米材料有序自组装的有机物吹泡法、三维多孔碳纳米管海绵及储能电极等，在Science, Nature Nanotechnology，Adv. Mater.等期刊发表学术论文200余篇。获得国家杰出青年科学基金、美国NSF CAREER Award、北京大学优秀博士论文指导教师、北京大学蔡元培美育奖教金等，曾任中国颗粒学会理事、中国材料研究学会纳米材料与器件分会理事、全国材料与器件科学家智库复合材料专家委员会委员。

碳纳米管功能复合材料及储能应用

曹安源

1北京大学，北京市海淀区颐和园路5号，100871

*Email: anyuan@pku.edu.cn

报告摘要：

碳纳米管具有优异的力学、电学和热学性能，并且可以组装成多种宏观尺度结构，如薄膜、纤维和多孔材料等，其中碳基气凝胶及其复合材料在能源环境等领域应用前景十分广阔。本报告将简述我们课题组近年来在三维多孔碳纳米管海绵的可控制备、结构调控、聚合物复合、催化剂负载和电化学能源应用探索等方面开展的研究工作，介绍基于碳纳米管海绵的系列功能复合材料设计构建策略，以及在力学增强、传感/致动、高性能储能电极（如新一代锂空气电池正极）等方面的实验结果。

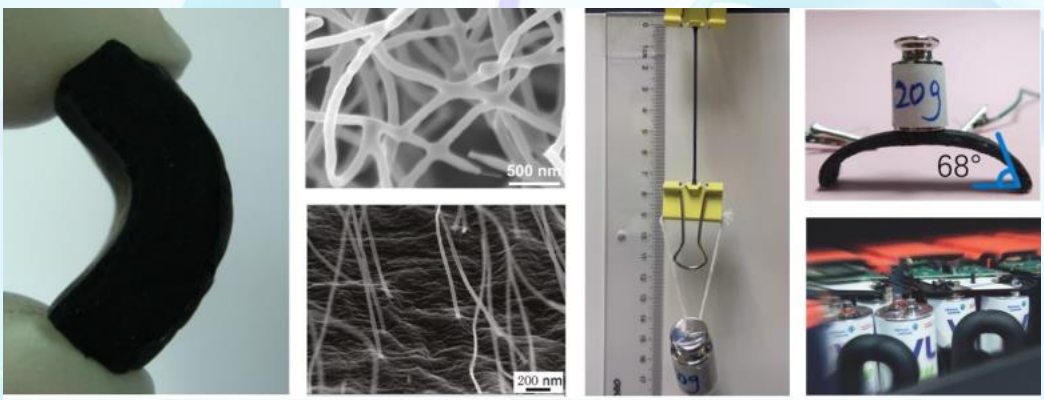


Fig.1 Carbon nanotube sponge, functional composites, and energy application

高敏锐

中国科学技术大学

碱性膜燃料电池电极催化材料

高敏锐

中国科学技术大学 *mgao@ustc.edu.cn

报告摘要：

近年来，阴离子交换膜燃料电池（AEMFC）由于其温和的碱性工作环境，允许使用不含铂族金属的催化剂，被认为是一种经济高效型燃料电池技术。然而，铂催化剂在碱性电解质中的氢气氧化反应活性比在酸性中慢2-3个数量级。因此，为达到与质子交换膜燃料电池相同的功率密度，AEMFC阳极需要多使用约10倍的贵金属铂。在本报告中，我们利用金属之间的组分效应和合金效应，设计并创制了高效稳定的非贵金属合金电催化剂，并探索其在膜电极组装上的应用。

姜建壮

北京科技大学

Tetrapyrrole-based covalent organic frameworks and beyond

Jianzhuang Jiang

Beijing Key Laboratory for Science and Application of Functional Molecular and Crystalline Materials, Department of Chemistry and Chemical Engineering, School of Chemistry and Biological Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China

*jianzhuang@ustb.edu.cn

Abstract:

A series of 2D and 3D tetrapyrrole-based functional materials including porphyrin-based covalent organic frameworks and phthalocyanine-based covalent organic frameworks have been designed and synthesized. These tetrapyrrole-based materials exhibit excellent photo-/electro-catalytic O2 reduction and CO2 reduction performance. In particular, their well-defined chemical composition and unambiguously identified structure enable to gain an in-depth understanding of the structure-function relationship.

靳常青

中国科学院物理研究所

长期开展综合极端条件技术研发、新型量子和含能设计制备和构效研究，发现系列有重要功能特性和应用前景的超导新材料、稀磁半导体新材料、新型含能材料. 在含自然、PNAS、Advanced Materials等期刊上发表文章300余篇，入选中国高被引学者榜单，授权36件发明专利。基金委杰青(1997)和创新群体负责人(2019)，国家重大研发计划项目首席科学家；曾任国际晶体学联合会(IUCr)材料晶体学委员会主席、第26届国际高压科学技术大会主席；现任中国晶体学会副理事长兼极端条件晶态材料委员会创会主任；美国科学促进会会士(2021)、美国物理学会会士(2014)和英国物理学会会士(2016)。第1完成人荣获国家自然科学2等奖(2016)、北京市自然科学1等奖(2022)、中国材料研究学会科技1等奖(2018、2023)、北京市科学技术2等奖(2011)；作为主要成员荣获中科院杰出科技成就集体奖(2011)、国防科技进步1等奖(2022)；荣获中国物理学会叶企孙奖(2015)和日本国际超导中心技术奖等个人奖项(欢迎访问团队主页：http://uhp.iphy.ac.cn)

极端条件超导新材料

靳常青

中国科学院物理所 *Jin@iphy.ac.cn

报告摘要：

超导具有零电阻的特性，在储能、节能、能量转换等领域具有重要应用前景，新型含能材料为变革性能源工程提供了换道领先的机遇。结构决定材料功能特性，超常条件可以形成常规条件难以制备的新结构，产生新构效、演生新性能、实现新应用，成为设计研制具有高临界温度超导材料和新概念含能材料的独特技术。结合报告人的工作，通过发展先进的超常条件技术，汇报我们在极端条件超导新能源材料设计、研制和构效研究领域的近期部分进展：

(I)研制发现目前组分最简单的液氮温区三高(118K高临界转变温度Tc、高临界电流密度Jc、高临界磁场Hc)超导材料Cu，呈现广阔应用前景1234，成为继Tc 90K的YBCO123又1个液氮温区的三高超导体；

(II)研制发现序列富氢超导材料，独立实验发现210K以上的钙基富氢超导，向室温超导百年梦想迈进；

(III)通过压力综合调控，实现化学键构型、强度和序构大幅改变，为能源环境材料研制开辟新赛道。

兰亚乾

华南师范大学

华南师范大学二级教授、博士生导师，教育部工程研究中心主任，广东省重点实验室主任，英国皇家化学学会会士。2009年获得东北师范大学物理化学博士学位，2010-2012年日本学术振兴会(JSPS)博士后，日本产业技术综合研究所（AIST）关西中心外国人特别研究员。2012年底加入南京师范大学工作，2021年在华南师范大学成立团簇能源材料研究中心。获得国家杰出青年基金、第四批国家“万人计划”科技创新领军人才、科技部中青年科技创新领军人才、教育部青年长江学者奖励计划、国家优秀青年科学基金、江苏省“双创团队”领军人才、江苏省杰出青年基金等人才项目，曾获中国光化学-泊菲莱优秀青年科学家奖、黑龙江省自然科学奖、吉林省自然科学奖等奖励。现担任中国化学会二氧化碳专业委员会副主任委员，中国化学会光化学专业委员会委员，中国感光学会光催化专业委员会副主任委员，中国化学快报（CCL）副主编，Natl. Sci. Rev.学科编辑组成员，Inorganic Chemistry、EnergyChem、Nano Research Energy、 Polyoxometalates、物理化学学报、结构化学等期刊（顾问、青年）编委。主要从事团簇化学和配位化学的研究，致力于晶态材料在能源领域的应用探索。近五年来以通讯作者在Nat. Syn、Sci. Adv.、PNAS、Nat. Commun. (10)、J. Am. Chem. Soc. (15)、Angew. Chem. Int. Ed. (36)、Adv. Mater. (5)、Chem (2)、Matter (2)、Natl. Sci. Rev. (4)、CCS Chem (4)等期刊上发表通讯作者论文170余篇。论文被他引30000次， ESI高引论文39篇，个人H-index 89，连续多年入选科睿唯安 “全球高被引科学家”（化学）和爱思唯尔“高被引学者”（化学）。

异基元分子结光催化剂

兰亚乾

1华南师范大学 *Email: yqlan@m.scnu.edu.cn

报告摘要：

在人工光合成领域，实现可见光驱动下以水作为牺牲剂的CO2光还原是最具有挑战性的光催化反应之一。因此，设计和合成有效的光催化剂是至关重要的。与纳米材料相比，金属有机框架（MOF）、共价有机框架（COF）以及各种金属团簇有着明确的分子结构，作为催化剂可以从原子层面阐明活性位点和催化机制，为实现精准催化提供理论和实验依据。近五年来我们课题组设计合成了一系列氧化-还原分子结人工光合作用催化剂。1、合成氧化-还原型共价键框架，多组分协同实现光合作用的人工模拟；2、合成氧化-还原型配位金属有机框架，利用明确单晶结构，探索光生电荷新型传输模式，确定分子级构效关系；3、设计多功能光-有机催化体系，光催化CO2转化-串联有机催化生成高附加值产品。为构筑高效稳定的晶态人工光合作用催化剂提供了新的策略。

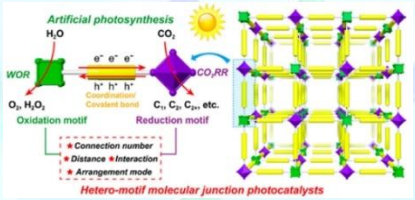


Fig. 1 Schematic diagram hetero-motif molecular junction photocatalysts for artificial photosynthesis.

水江澜

北京航空航天大学

教授，2022年国家杰出青年基金获得者。先后于中国科学技术大学和美国罗切斯特大学获双博士学位，随后在美国阿贡国家实验室和凯斯西储大学从事博士后研究。2015年入职北京航空航天大学材料学院，研究氢能与燃料电池的关键材料。迄今发表SCI论文100余篇，包括Science, Nat. Nanotechnol., Nat. Catal., JACS, Adv. Mater.等。

新型储氢材料和储氢机制研究

水江澜

北京航空航天大学

*Email: shuijianglan@buaa.edu.cn

报告摘要：

储氢技术对可再生能源的大规模利用意义重大，但已知的储氢技术在满足实际应用需求方面还面临各种各样的挑战。可在近室温条件下高密度储氢的材料是实现安全、经济储氢的有效途径之一。本课题组围绕这一目标开展了新材料和新机制的探索。（1）发展了MXene基近室温高容量储氢材料，提出了纳米泵效应辅助弱化学吸附储氢新机制。（2）提出缺陷策略增强金属有机框架材料对氢气吸附力，Mg-MOF-74经过简单热处理获得大量配位不饱和位点，在160℃展现出2.55 wt%的可逆储氢容量，使得MOF材料首次在高于室温条件下实现大容量储氢。（3）揭示了缺陷是氢同位素存储材料ZrCo合金发生歧化反应的主要诱因，提出了纳米单晶策略使得该类材料的综合储氢性能全面提升。

王双印

湖南大学

湖南大学教授，国家杰出青年基金获得者（2018年、2024年延续）、科睿唯安全球高被引科学家（化学、材料），科技部重点研发计划首席科学家（2021），基金委原创探索项目负责人（2022）。现为湖南大学二级教授，博士生导师。2006年本科毕业于浙江大学化工系，2010年在新加坡南洋理工大学获得博士学位，随后在美国凯斯西储大学， 德克萨斯大学奥斯汀分校、英国曼彻斯特大学（玛丽居里学者）开展研究工作。主要研究方向为电催化与电合成，主要研究成果：开辟了电催化剂缺陷化学方向，首次实现了CO_2与N_2的电催化偶联，首次实现了电化学双极产氢，首次构建了集成式热催化-电催化中温耦合体系。代表性论文发表在国家科学评论，中国科学，科学通报，*Nature Chem.*, *Nature Catalysis*, *JACS*, *Angew. Chem.*, *Adv. Mater.*, *Chem*等期刊，总引用45000余次，H指数115，获中国青年科技奖、教育部青年科学奖、湖南省自然科学奖一等奖、中国侨届贡献一等奖、青山科技奖。

电催化碳氮偶联

王双印

湖南大学

shuangyinwang@hnu.edu.cn

报告摘要：

作者在电催化碳氮偶联方面取得了系统性的创新成果。首次实现了常温常压条件下N_2与CO_2电催化碳氮偶联制备尿素的新反应：以CO_2还原中间物种（*CO）替代质子对N_2分子高效活化，碳氮偶联起源于*CO与氮气分子（*N=N*）发生热力学自发反应（*CO + *N=N* → *NCON*），*NCON*物种再经加氢过程最终生成尿素，该路径避开常规氮还原合成氨反应中的决速步骤（$*N_2 + H^+ + e^- \rightarrow *N_2H$，热力学非自发）。以PdCu-$TiO_{2-x}$作为电催化剂，在流动池体系中尿素合成速率达到了3.36 mmol g^{-1} h^{-1}，同时法拉第效率可达8.92%。调控中间物种吸附行为与偶联过程，开发提升碳氮偶联特性的新策略：上述研究表明N_2侧向吸附（*N=N*）有助于电催化碳氮偶联，为此，作者可控构筑了系列双原子电催化剂，研究分子吸附行为与偶联活性之间关联，发现仅在Zn-Mn催化剂上N_2倾向于侧向吸附，尿素生成的法拉第效率为63.5%，并且N_2到尿素的氮选择性达到了~100%，无其他含氮产物生成。调控*CO中间物种的吸附能，在共电解体系中分别实现了氨和尿素的选择性合成，*CO高结合能诱导了进一步加氢过程得到*C物种，作为电子池促进了N_2吸附活化，经一步碳氮偶联与两步碳氮解离过程合成氨。

夏宝玉

华中科技大学

华中科技大学教授，博士生导师。2010年毕业于上海交通大学，2011年至2016年在新加坡南洋理工大学工作。主要从事能源化学、材料化学教研工作。主持自然科学基金，中组部人才项目，国家重点研发计划等项目。在Nature、Science等期刊发表多篇同行评议论文。

质子交换膜系统中的电催化CO2转化

夏宝玉

华中科技大学化学化工学院

电子邮件： byxia@hust.edu.cn

报告摘要：

利用可再生能源将电解二氧化碳（CO2）转化为燃料和化学品，加上可再生电能的储存，已成为相关领域的重要研究重点。在各种CO2电还原产品中，甲酸作为最有前途的工业化学品之一，具有很大的研究价值。然而，现有CO2电解槽通常采用碱性或中性电解质，这会引起严重的碳酸盐问题和显著的碳损失。此外，由此产生还原产物通常是甲酸盐而非甲酸，导致后续分离和纯化过程的额外成本。此外，缺乏可靠的催化剂和催化系统通常会导致电解系统在运行几百小时内失效。在本次报告中，我将汇报我们最近在质子交换膜系统中电催化CO2转化方面的工作，希望我们的工作能够激发对工业应用碳中和技术的深入研究。

徐冰君

北京大学

铜基材料介导低碳烷烃常温活化

徐冰君

北京大学化学与分子工程学院　*b_xu@pku.edu.cn

报告摘要：

温和条件下以分子氧作为氧化剂的低碳烷烃选择性活化可以提高烷烃升级的能量效率，同时也很具有挑战性。我们最近发现金属铜能够在氧气饱和的液体酸中在室温下选择性活化甲烷、乙烷和丙烷，并指认金属铜氧化与溶解过程中产生的Cu+为反应活性位。据此，我们设计合成了能够稳定Cu+的分子筛材料，并证实其具有在室温条件下以分子氧作为氧化剂选择性转化丙烷制丙烯的能力。

禹习谦

中国科学院物理研究所

中国科学院物理研究所研究员。2005 年武汉大学本科毕业，2010 年中国科学院物理研究所获博士学位，2010-2013 年在美国布鲁克海文国家实验室从事博士后研究，2013 年-2016 年任布鲁克海文国家实验室助理研究员，2016 年 4 月起加入中国科学院物理研究所工作。获国家自然科学基金委优青、杰青等项目资助。主要从事高能量密度锂电池及关键材料开发、先进表征和电池失效分析等研究工作。在包括 Nature Energy 在内的国际重要学术期刊上发表学术论文 210 余篇，引用 21000 余次，H 因子 82。

面向高性能电池研究的实验技术和分析方法

禹习谦

中国科学院物理研究所 *xyu@iphy.ac.cn

报告摘要：

电池内部从材料到电极至电池器件的结构特性决定了电池材料和器件的性能。目前，各种应用场景对锂电池的性能提出了很高的要求，锂电池从材料到器件的设计已经趋于使用极限。通过电池内部从材料到器件等不同空间尺度结构的精细调控和平衡设计，实现电池具有高能量密度、或者高功率密度、长循环寿命等并具有较好的综合性能，是满足不同应用场景使用需求的关键。电池内部的结构复杂性跨越从原子尺度到宏观器件尺度，结构在电化学过程中存在复杂的演化，与电池的电化学性能和安全性能密切相关。本报告将介绍针对跨空间尺度复杂结构研究的实验技术和分析方法，比如研究电极材料无序结构的全散射实验技术与反蒙托卡诺分析方法、研究电极颗粒中高维缺陷结构的衍射成像技术与人工智能辅助图像分析方法和研究电池器件中金属锂电极结构的多模态耦合成像实验技术等，并基于此讨论材料的精细设计[1-3]。

张强

清华大学

清华大学长聘教授。曾获得国家自然科学基金杰出青年基金、中国青年科技奖、教育部青年科学奖、北京青年五四奖章、英国皇家学会Newton Advanced Fellowship、科学探索奖、可持续发展青年科学家奖。2017-2023年连续七年被评为“全球高被引科学家”。 其热爱科学和教育事业，善于根据学生的自身特点和成长路径，因材施教，引导其找到自身兴趣，百花齐放，共同成长。指导学生中12人获得清华大学特等奖学金，3人获得全国大学生课外学术科技作品竞赛特等奖等奖励。长期从事能源化学与能源材料的研究。近年来，致力于将国家重大需求与基础研究相结合，面向能源存储和利用的重大需求，重点研究锂硫电池的原理和关键能源材料。提出了锂硫电池中的锂键化学、离子溶剂复合结构概念，并根据高能电池需求，研制出复合金属锂负极、碳硫复合正极等多种高性能能源材料，构筑了高性能电池器件。发表论文400余篇，h因子166，授权发明专利40余项。担任国际期刊Angew. Chem.首届顾问编辑、J Energy Chem, Energy Storage Mater副主编，Matter, Joule, ChemSocRev, J Mater Chem A, Adv Energy Mater, Adv Funct Mater, ChemSusChem, EnergyChem, 储能科学与技术，化工学报等期刊编委。担任国家重点研发计划储能与智能电网专项专家组副组长。曾获得教育部自然科学一等奖、化工学会基础科学一等奖等学术奖励。

锂键化学推动人工智能与新能源存储材料交叉新进展

张强

清华大学化学工程系，绿电化工研究中心

*邮箱地址：zhang-qiang@mails.tsinghua.edu.cn

报告摘要：

我国提出力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。电化学能源是构筑太阳能-电能-氢能/动力/热能系统的新途径。发展基于锂离子的锂电池技术是电化学领域的长期关注的目标。采用理论与实验相结合的方法，系统地研究了多硫化物与氮掺杂碳材料之间形成的锂键的几何结构、键能、电荷分布、偶极等性质，提出锂键是一种偶极－偶极相互作用，并通过理论和实验核磁表征指认复杂体系中锂键的形成过程。锂键主要用于解释多硫化物与正极宿主材料之间的相互作用，但锂键的概念可以被广泛应用锂电池研究的各个方面，也为锂电池的机理研究提供了一种新的视角。本报告将锂键的概念引入到锂电池的研究中，并介绍其与人工智能交叉新进展。基于锂键的基础原理上的新认识会更加清晰的认识自然界的本质，能够助力基于锂的化学电源探索和开发。

张铁锐

中国科学院理化技术研究所

2003年在吉林大学化学系取得博士学位。现为中国科学院理化技术研究所研究员、博士生导师。中国科学院光化学转换与功能材料重点实验室主任。中国化学会会士、英国皇家化学会会士。入选国家“万人计划”科技创新领军人才计划。曾获中国感光学会科学技术奖-特等奖（第一完成人）等奖项。担任了皇家学会高级牛顿学者、国家基金委“杰青”、国际合作重点项目负责人，国家重点研发计划重点专项项目首席科学家。兼任Science Bulletin、Industrial Chemistry & Materials、Nano Research Energy和Transactions of Tianjin University副主编以及Advanced Energy Materials、Advanced Science、Chemical Science、Carbon Energy、Small Methods、Small Structures、Solar RRL、Scientific Reports、Materials Chemistry Frontiers、ChemPhysChem、The Innovation、SmartMat等期刊编委。现任中国可再生能源学会光化学专业委员会-副主任常委，中国化学会能源化学专业委员会-秘书长，中国感光学会光催化专业委员会-主任委员等学术职务。主要从事能量转换纳米催化材料方面的研究，在Nat. Catal.、Nat. Commun.、Adv. Mater.、Angew. Chem.、JACS等期刊上发表SCI论文350余篇，被引用42000多次，H指数114，入选2018-2023科睿唯安“全球高被引科学家”榜单；授权国家发明专利53项。

缺陷水滑石基纳米光催化材料

张铁锐

中国科学院理化技术研究所，北京，100190

*Email: tierui@mail.ipc.ac.cn

报告摘要：

光催化具有绿色环保、条件温和等优点，因此备受关注。其实用化的关键之一是发展低成本、高效的光催化材料。水滑石基纳米材料因组成结构易于调控、制备简便等优点而备受关注。近年，我们课题组通过在水滑石表面创造缺陷位和构造界面结构的手段，分别实现了对反应物CO_2、N_2等吸附和活化的增强，以及中间反应物种反应路径的调控，进而提升了光催化CO_2和N_2加氢反应的催化活性和生成高附加值产物的选择性。[1-10]

郑耿锋

复旦大学

复旦大学教授/博导、先进材料实验室常务副主任。2000年本科毕业于复旦大学化学系，2007年获得美国哈佛大学物理化学博士学位，之后在美国西北大学进行博士后研究，2010年起在复旦大学先进材料实验室工作。曾获得国家杰出青年科学基金、教育部青年长江学者、Clarivate全球高被引科学家(2018-2023)、中国化学会无机化学纳米研究奖、中国化学会青年化学奖、宝钢基金会优秀教师奖、教育部拔尖计划优秀导师奖、上海市东方学者特聘教授、上海市五四青年奖章、Nano Research Young Innovators Award in NanoEnergy等荣誉。兼任国际期刊Journal of Colloid and Interface Science的副主编、中国侨联青委会委员、中国化学会青委会委员、中国科协英才计划学科导师等。

Cu基材料电催化CO2还原

郑耿锋

1复旦大学先进材料实验室，上海市淞沪路2205号，200438

*Email: gfzheng@fudan.edu.cn

报告摘要：

二氧化碳、甲烷等温室气体的持续增加，对生态环境造成一系列严重影响，成为人类社会持续和发展所面临的重大挑战。使用基于可再生能源的电催化，将CO2等碳基小分子转化为高附加值的产物储存，对实现碳中和目标具有重要的研究意义和应用前景。本报告将汇报我们课题组近两年在水相体系中电催化二氧化碳还原领域的研究，定向构筑协同活性位，揭示活性位点与反应路径的作用规律[1-7]。此外，结合电化学反应系统设计与组装，推进具有应用前景的电催化碳基小分子转化与能源储存技术。

陈卫华

郑州大学

钠离子电池材料及界面调控

陈卫华

郑州大学化学学院，平原实验室，郑州，450001

*邮箱地址：chenweih@zzu.edu.cn

报告摘要：

界面对钠离子电池中的Na+高效传输和电极材料的结构稳定性具有关键的承接作用，影响电池及材料的循环稳定性、倍率特性等性能参数。然而，相对于大量研究的电极材料而言，当前对钠离子电池界面的理解和调控还较少。此次报告中，将围绕钠离子电池中的界面，联合电极材料结构和界面设计、粘结剂优化等策略，介绍界面催化思想、金属离子调控双电层策略、电化学原位构建高负载单原子材料方法以及超薄无孔聚合物隔膜作用，实现超薄高效固态电解质膜构建和高效钠离子传输、强化固固相界面接触、避免枝晶沉积，提升电极的库伦效率、循环寿命、倍率性能、能量密度及电解液兼容性，为钠离子电池器件组装奠定理论基础。

丁炜

重庆大学

国家优青/重庆大学教授。主要从事新能源化工、燃料电池、电催化领域研究工作。主持国家重点研发计划青年科学家项目，国家自然科学基金优秀青年基金等项目。以通讯作者或第一作者在化学类顶级期刊 Nature energy、Nature catalysis、Chem、JACS、Angew 等发表论文 80 余篇，他引 4000 余次。先后荣获中国化工学会科学基础研究成果一等奖、重庆市科学技术奖自然科学一等奖、中国发明协会发明技术铜奖。

限域电催化

丁炜

重庆大学，化学化工学院，特种化学电源国家重点实验室，重庆400044 *dingwei128@cqu.edu.cn

报告摘要：

新型物质能源转换过程，无论是CO2、N2、CH4等小分子光/电化学催化物质转换过程，还是H2、O2、醇类燃料的电化学能源转换过程，都已经涉及光子、电子、质子等量子尺度的粒子转换过程。迫切需要深入解析电极表面的电化学反应过程的量子特性，如电子能级、轨道填充水平、甚至量子隧穿等，以期获得突破极限的能源/物质转换技术。自分子筛作为催化剂应用以来，科学家就被这种具有微纳孔腔的空间特性所吸引，并试图从“限域”空间揭开它的神秘面纱。限域空间中的强相互作用、强分子碰撞，显著影响了内部分子/原子的电子结构。特别是在分子原子尺度的限域空间内，物质传递过程和反应过程得以解耦，分子间或原子间有效碰撞得以强化，形成了以分子特征为主导的传质空间和以基元反应为主体的特异空间。更为重要的是，限域空间赋予了内部物质不同于开放体系下的特性，如纳米级别的二维限域使水介电常数仅是体相的2.5%等。其空间特性和维度特性主导了空间内物质的分子结构、原子排列以及配位等性质。利用限域的空间和维度特性，控制催化剂界面的分子结构、原子排列等性质，有望实现催化剂在量子层次的调控，设计开发具有高催化性能、高稳定性的催化材料，以提高燃料电池、电解水等氢能关键设备的能量转化效率。

何传新

深圳大学

深圳大学化学系教授。2019年获教育部青年长江学者，2021年获广东省自然科学二等奖（排名第1），2023年入选科睿唯安全球高被引科学家。近五年以通讯作者发表SCI论文83篇，其中影响因子大于15的论文42篇，包括Nat. Sustain.（1篇）、CCS Chem.（2篇）、Angew. Chem. Int. Ed（7篇）、J. Am. Chem. Soc（2篇）、Nat. Commun.（2篇）、Adv. Mater.（4篇）、Energy Environ. Sci.（2篇）、Adv. Energy Mater（6篇）、Adv. Funct. Mater.（6篇）等；总发表论文被引10000余次，H-Index 53；作为主要发明人申请国家发明专利43项，授权27项，申请美国专利5项，授权3项，实现专利转化2项.

局域微环境增强电催化转化

何传新

深圳大学，广东 深圳，518060 *Email: hecx@szu.edu.cn

报告摘要：

在能源催化中，催化剂材料是基础，如何系统制备新型催化剂，理解材料结构、局域微环境与催化活性的关系是实现其应用的关键[1]。近年来，我们发展了系列材料的制备方法，并探索了局域微环境在电催化中的应用[2]。基于双重限域策略，获得亚纳米金属团簇的普适合成方法，构建了高活性的不饱和催化中心，实现了本征活性的大幅提升；通过在纳米纤维上引入表面和内部贯穿的网络多孔结构，实现活性中心在界面的充分暴露，并有效富集了反应分子；结合界面性质、微纳结构、反应微环境，发展了催化材料的多维度调控策略，增强了催化界面的有效性、反应性，提升了催化材料的综合性能[3]；将微观界面调控应用到电催化器件的构建，提出一体化气体扩散电极策略，将气体扩散层与催化层合二为一，解决了催化剂在大电流条件下活性与稳定性难以兼顾的问题[4-5]。

李彦光

苏州大学

2005年7月获得复旦大学化学系理学学士学位，2010年7月获得美国俄亥俄州立大学化学系化学博士学位，2010年7月至2013年6月在美国斯坦福大学化学系从事博士后研究，2013年9月入职苏州大学功能纳米与软物质研究院。主要从事电催化相关研究。到目前为止，发表论文180余篇，论文总引用次数5万余次。担任Energy Lab、Science Bulletin、eScience、Chinese Journal of Catalysis等多个学术期刊的副主编或编委，获教育部自然科学奖二等奖（第一完成人）、中国化学会青年化学奖、中国电化学青年奖等，在2017-2023年连续入选科睿唯安“全球高被引学者”榜单（材料、化学）。

Developing Nanostructured Materials for Hydrogen Oxidation/ Evolution Reaction in Alkaline Solution

李彦光

苏州大学功能纳米与软物质研究院 *E-mail: yanguang@suda.edu.cn

报告摘要：

There is rapidly growing interest in alkaline membrane fuel cells and alkaline membrane electrolyzers due to their higher energy efficiency and lower manufacturing cost. However, their commercial success hinges on the development of efficient electrocatalysts for hydrogen oxidation reaction (HOR) and hydrogen evolution reaction (HER) in alkaline solution. In alkaline solution the activities of noble metal-based catalysts (such as Pt and Pd) are about three orders of magnitude lower than their activities in acidic solution. Some of them suffer from limited working potential windows. On the other hand, Ni-based materials are also promising candidates and in fact the only non-precious-metal-based candidates for HOR. However, pure Ni metal has relatively strong hydrogen adsorption that essentially limits its electrocatalytic performance. In this talk, we will briefly introduce our recent efforts on developing Ir-skinned Ni nanoparticles and Ni nanoparticles with N doping or Mo alloying. For the former, we find the introduction of atomic layered NiIr alloyed skins on Ni nanoparticles could lower the usage of precious metals, while the electronic effect upon alloying affords the catalyst with high mass activities per noble metal and broad working potential of > 1 V in alkaline solution. The catalyst also demonstrates excellent

stability for tens of hours. For the latter, we find that N doping or Mo alloying could alleviate the H adsorption of Ni and lowers the activation barrier for water formation and dissociation. Consequently, the resultant products exhibit excellent mass activities superior to all existing non-precious-metal-based materials and great CO-tolerance for hydrogen oxidation reaction, as well as remarkable activity and stability for hydrogen evolution reaction. Our experimental results are further understood and supported by theoretical simulations. At the end, we would highlight possible efforts in order to further enhance the electrocatalytic performances and to make this technology a reality in the near future.

鲁兵安

湖南大学

钾石墨负极

鲁兵安

湖南大学/ Hunan University *luba2012@hnu.edu.cn

报告摘要/Abstract：

钾资源丰富，K^+可稳定嵌入石墨及正负极集流体都可使用铝箔使得钾离子电池成为了潜在的下一代储能电池。但K^+扩散动力学慢、电极材料的结构稳定性差及其储钾机制不明确等阻碍了钾离子电池的发展。针对上述问题，汇报人课题组通过计算经典钾离子电池电极材料及传统电解液中的K^+迁移及输运动力学，结合电池实时监测及原位表征技术研究电极材料的晶体结构、微观结构以及缺陷对电极材料容量与寿命的影响，本报告，将汇报利用新型的高浓盐电解液石墨负极可以稳定循环；及通过仿生结构构建了基于传统电解液的稳定的具有低平台的新型碳材料；及通过制备方法的调控实现石墨烯的高质量制备及储钾；及通过对SEI的调控实现传统电解液石墨负极的稳定循环。

罗威

武汉大学

武汉大学化学与分子科学学院教授，博士生导师。2008年博士毕业于武汉大学化学与分子科学学院。2009年至2010年，新加坡南洋理工大学博士后，2010年至2012年，美国俄勒冈大学博士后。2012年至2015年，武汉大学化学与分子科学学院副教授，2015年11月破格晋升为正教授。2016年2月至2017年2月，美国加州大学河滨分校访问学者。入选国家级青年人才计划，湖北省“楚天学者”，湖北省杰出青年基金。主要研究方向为氢能与燃料电池，包括电解水制氢、化学储氢材料和碱性交换膜燃料电池。

氢电催化

罗威

武汉大学化学与分子科学学院，湖北，430072

*E-mail: wluo@whu.edu.cn

报告摘要：

氢电极反应，包括氢氧化反应（HOR）和氢析出反应 (HER)，是基础电化学研究中最理想的模型反应之一，也是氢燃料电池、水电解装置等能量转换器件发展的重要基础。随着碱性交换膜技术的发展，碱性交换膜燃料电池(AEMFC)和水电解槽(AEMWE)表现出了巨大的商业化应用前景，但目前却受到了碱性氢电催化反应动力学缓慢等因素的困扰：相对于酸性环境，即使是贵金属Pt，其在碱性条件下的交换电流密度会降低2~3个数量级。然而，这种由于pH效应所导致的催化活性降低的原因和机理仍处于争论之中。近几年来，我们课题组的研究工作主要围绕碱性氢电催化开展，探究碱性氢电催化反应机理并用以指导新型HOR/HER催化剂的设计，发展了一系列低成本、高效的碱性氢电催化材料，并从电极材料的角度出发，探究了催化剂结构与催化性能之间的构效关系。另一方面，从氢电催化反应体系的界面环境出发，在全pH条件下进一步探究氢电催化反应的相关反应物种，如H*、OH*、H2O等对反应动力学的影响机制，深入揭示氢电催化pH效应，构建了*OH吸附能与碱性HOR催化性能之间的“火山关系”[1-5]。这些初步研究结果可以加深我们对碱性氢电催化反应机理的认识，并对AEMFC/AEMWE可实用的氢电极催化材料的开发具有一定的指导意义。

牛志强

南开大学

南开大学化学学院教授，国家自然科学基金委优秀青年科学基金获得者、天津市杰出青年科学基金获得者，曾获天津市自然科学一等奖（第一完成人）、中国化学会-赢创化学创新奖-杰出青年科学家、2020-2023年度科睿唯安全球“高被引科学家”、天津青年五四奖章等荣誉。迄今，已发表论文150余篇，论文他引17000余次，出版专著和教材2部，主持国家重点研发计划子课题等国家和省部级项目10余项。

水系锌离子电池材料与器件

牛志强

1南开大学，天津市南开区卫津路94号，300071

*Email: zqniu@nankai.edu.cn

报告摘要：

水系锌离子电池由于具有高安全性和低成本等优势，在大规模储能领域具有巨大的应用前景。但是，水系锌离子电池面临正极易溶解，动力学缓慢，锌负极枝晶和析氢等问题。针对上述问题，我们利用离子引入、碳纳米复合、晶型调控以及分子设计等策略，有效调控了正极活性材料微纳结构，开发了一系列高性能锰基、钒基和有机正极材料。负极/电解液界面方面，我们发展静电屏蔽效应、原位组装保护涂层和构建三维集流体等策略，有效提升了锌负极循环寿命。此外，针对不同应用场景，通过对器件结构的设计，我们开发柔性软包、线状、微结构以及一体化的柔性锌离子电池，并通过对其功能调控，实现了器件的可压缩、自修复、自保护、自充电等智能化设计。

王得丽

华中科技大学

华中科技大学教授、博士生导师。2008年获得武汉大学博士学位；博士毕业后，先后在新加坡南洋理工大学和美国康奈尔大学做博士后，2013年初任华中科技大学化学与化工学院教授。获得中组部“海外高层次人才计划”、教育部“新世纪优秀人才支持计划”、湖北省“化学化工青年创新奖”、中国表面工程协会“优秀青年教师奖”、华中科技大学“五四青年奖章”。研究领域为新型电化学能源与环境材料的结构设计以及性能优化，主要包括氢能与燃料电池，储能电池（锂/钠离子电池，锂硫电池）等。获授权美国发明专利2项、中国发明专利12项。主持国家自然基金重大研究计划培育项目、青年项目、面上项目、博士点新教师基金、湖北省科技晨光计划等项目。担任《J. Chem. Phys.》副主编，《电化学》、《储能科学与技术》、《Chin. Chem. Lett.》、《Nano Mater. Sci.》、《Energy & Fules》、《J. Phys Energy》、《Chem.-Asian J.》杂志编委。

基于腐蚀工程调控的能源催化材料

刘旭坡，龚明星，赵桐辉，申涛，王得丽*

华中科技大学化学与化工学院，武汉，430074

*wangdl81125@hust.edu.cn

报告摘要：

简单高效的催化材料制备策略是实现氢能与燃料电池等国家能源战略需求的关键因素之一。金属腐蚀由于金属在环境介质作用下发生化学或电化学反应而被破坏，从而对国民经济造成巨大的损失。我们课题组结合金属材料腐蚀现象，通过调控腐蚀过程及腐蚀环境等参数，获得结构和形貌可控的腐蚀产物用于燃料电池及电解水等能源器件中的电极催化剂。相比于传统的制备方法，腐蚀工程在室温、开放环境下构筑催化剂，具有所需原材料种类少、合成简便、可控性强、低能耗和适合大批量生产的优点，展现出广阔的应用前景。通过调控泡沫铁在“NaCl-NiCl2”双氯化物盐溶液中的析氧腐蚀（图1），实现对催化剂形貌、组成和物相的优化，获得了仅需212 mV就可达到100 mA cm-2电流密度的析氧催化剂，并且可以在100 mA cm-2大电流下稳定运行一周时间。优越的析氧活性主要由于腐蚀层的三维多孔和超薄纳米片结构、高导电性和亲水相、形成的NiFe-LDH/FeO(OH)异质结构。利用该制备方法简便易行、成本低和易于放大的特点，成功制备出了尺寸为9×10 cm2的大块自支撑析氧电极。将有害的金属腐蚀过程用于析氧自支撑催化剂制备，可以达到了“变废为宝”的目的。此外，基于腐蚀原电池原理，根据金属电极电位的差异，将超微量Pt/Au自发置换于催化剂中，实现活性和稳定性同步提升的目的。

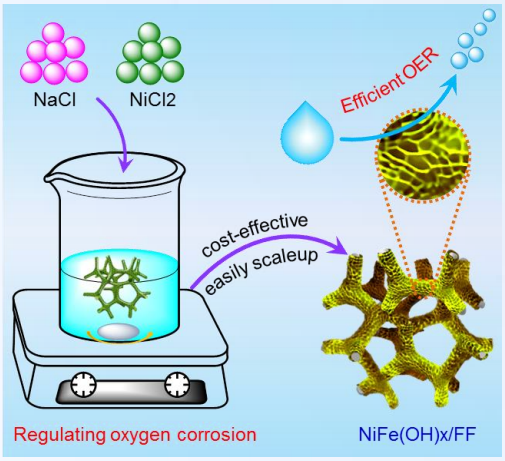


图1 铁腐蚀构筑析氧电极

王晓旭

北京深势科技有限公司

北京深势科技智能研发副总裁；北京科学智能研究院 高级研究员。负责材料与工艺设计方向，研究方向主要为AI for Science新研究范式下利用AI及多尺度计算理性研发设计新型能源材料和器件（电池、催化化工、光伏等），电池BDA（Battery Design Automation；电池设计自动化）研发与实践平台-Piloteye 负责人，相关学术成果发表JACS、AM、AEM、AFM、JMCA、CEJ等SCI论文30余篇。以第一责任人获得研发成果获得数博会领先科技成果奖-“新技术” 奖、全国发明展览会“发明创业奖”、中国大数据与智能计算技术“创新奖”等行业奖多项。承担/参与科技部、工信部等重点国家专项和企业研发项目多项。

AI for Science 新范式赋能新能源材料智能研发

王晓旭

北京深势科技/北京科学智能研究院 *邮箱地址：wangxx@dp.tech

报告摘要/Abstract：

分享基于AI for Science新范式，围绕新能源材料研发的RDMTA全链条流程，利用DP系列多尺度建模算法、Uni-Mol分子大模型、DPA原子大模型、Uni-ELF配方大模型、工艺智能优化和智能表征等一系列人工智能新技术突破新能源材料研发难点。通过“软硬一体，干湿闭环” 模式推动新能源领域“设计理性化”、“开发平台化”和“制造智能化”的实现。

徐吉静

吉林大学

吉林大学，化学学院，无机合成与制备化学国家重点实验室，未来科学国际合作联合实验室，教授，博士生导师。主要从事新能源材料与器件领域的基础研究和技术开发工作，特别是在固态电池和金属空气电池领域取得多项原创性成果。在 Nature(1)、Nat. Energy(1)、JACS(4)、Angew. Chem. Int. Ed.(10)、Adv. Mater.(8)、Nat. Commun.(3)、Chem(1)、Mater(1)等国际著名学术期刊上发表论文 70 余篇，他引 7600 余次；获授权发明专利 10 余项。曾获国家“万人计划”青年拔尖人才、科睿唯安“全球高被引学者”、吉林省拔尖创新人才、吉林省青年科技奖等奖励或荣誉。

金属空气电池关键材料研究

徐吉静

吉林大学，化学学院，未来科学国际合作联合实验室，吉林长春，130012 * E-mail: jijingxu@jlu.edu.cn

报告摘要：

金属–空气电池拥有2-10倍于锂离子电池的能量密度，并可同时拥有可再充电池和燃料电池的优点，是应对当前日益严峻的能源和环境问题的优选方案。但目前该电池体系还面临正极反应动力学缓慢、电解液分解、负极锂枝晶等诸多挑战，制约了其实际性能发挥和产业化应用。针对这些问题，本课题组重点开展了以下工作：（1）以提高固态电解质稳定性为导向，研发了基于多孔材料的新型固态电解质，提出“多孔材料基固态电解质”新概念，揭示了锂离子“分子孔道传输”机制，解决了液态金属–空气电池中电解液挥发/分解和固态电池中电解质稳定性差的难题，构筑了高安全、高稳定固态金属–空气电池器件；（2）在国际上率先提出了“外场辅助”提升金属–空气电池反应动力学的新策略，开发了多种 “外场辅助”空气正极材料，揭示了外场增强正极反应动力学机制，构筑了高性能外场辅助金属–空气电池器件。

张佳楠

郑州大学

自旋态调控的能源催化

张佳楠

郑州大学 材料科学与工程学院 郑州市科学大道 100 号 450001

*E-mail: zjn@zzu.edu.cn

报告摘要/Abstract：

催化学科经过150年的发展，已建立了以“反应活化能”、“表面吸附”、“活性中心”等为代表的基础概念。至今，人们逐渐理解电催化的内在反应机理、结构-性能关系，在构建高性能电催化剂方面取得了长足的进展。Nørskov提出的d带中心理论，为催化剂对反应物种的吸附强度确定了理论描述符，揭示了活性位点本征活性与电子结构之间的关系。在电催化过程中，而对于非贵金电催化单位点活性中心的理解，仍需要进一步完善。因此，有必要对电子结构进行更深层次、更精细尺度的分析。我们利用Shao-Horn等通过实验研究了非贵金属的氧还原（ORR)活性，利用分子轨道理论较好地总结了这些金属活性中心活性的自旋态与反应物中间体的耦合/解耦关系。采用化学环境调控策略，以不同催化材料体系的电子自旋态为研究对象，针对氧还原、氧析出反应，创制不同自旋态金属单原子、单原子/团簇、金属单原子合金等新概念催化材料，显著提升了氧还原和氧析出催化效率和2e-/4e-选择性，获得高性能电催化材料及器件。

周江

中南大学

中南大学教授（三级），博士生导师。入选国家万人计划青年拔尖人才、科睿唯安全球高被引科学家、爱思唯尔中国高被引学者。Nano-Micro Letters（SCI，IF= 31.6）期刊副主编，National Science Review材料学科编辑。近五年，研究成果以一作或通讯作者发表在Nature Commun.，Natl. Sci. Rev.，Adv. Mater.，Energy Environ. Sci.，Angew. Chem.，Matter，科学通报等国内外一流期刊，论文被引29000余次，H-index指数89，曾先后入选ESI高被引论文90余篇，热点论文40余篇，“中国百篇最具影响国际学术论文” 3篇。主持或参与国家自然科学基金重点、面上、青年、湖南省杰出青年基金、湖湘青年英才等项目。是Nat. Energy，Nat. Rev. Chem.，Chem. Rev.等期刊的特邀审稿人。

水系锌电池关键材料的研发及器件应用

周江

中南大学材料科学与工程学院 Email: zhou_jiang@csu.edu.cn

报告摘要：

基于水系电解液的金属锌二次电池，由于其本征安全性和生物相容性，同时兼具成本低廉、环境友好、高能量和高功率密度等特点，被认为是有希望应用于大规模储能领域和柔性储能领域的电池体系。然而，该体系仍然存在许多基础瓶颈和科学挑战。在本报告中，报告人将重点介绍近些年在水系锌电池正极、锌负极、电解质、隔膜方面的一些研究成果，包括离子预嵌改性正极材料、锌负极表界面优化、凝胶/胶体电解质和功能性隔膜的开发等，报告人希望通过半固态电解质策略系统解决锌电池面临的枝晶、腐蚀和溶解等瓶颈，实现高能量密度锌电池长期室温搁置和稳定循环。此外，报告人在安时级别锌电池和柔性锌电池储能器件方面也做了一些探索性研究，最近的研究关注锌电池在可穿戴电子器件领域的应用。

赵硕卿

吉林大学

博士，吉林大学物理学院研究员。长期从事高性能、低成本二次电池新体系构建和材料设计研究，包括富锂锰基正极材料反应机制和改性策略的探索；钾基储能设备关键电极材料制备以及电极/电解液界面稳定性研究。以第一/通讯作者在 Adv. Mater., Joule, Energy Environ. Sci., Angew. Chem. Int. Ed.等国际高水平期刊上发表 SCI 论文 21 篇，H 因子为 29，ESI 高被引论文 5 篇。主持国家自然科学基金青年科学基金项目和中国博士后基金面上项目，作为学术骨干参与到国家重点研发计划项目和北京重点研发计划项，曾获国家优秀自费留学生奖学金，Nano Research Energy 学术新星金奖，澳大利亚 RMCRC 项目杰出完成（学生）人

钾基储能设备电极材料制备及储钾机制研究

赵硕卿

[1]吉林大学物理学院，长春 130015

*Email: shuoqingzhao@jlu.edu.cn

报告摘要：

化石燃料的过度开发和锂矿资源成本的不断上涨促使研究人员们探索新型的电化学储能设备。钾是地壳中储量最为丰富、成本最为低廉的自然资源之一。发展新一代钾基储能技术，在未来大规模应用方面具有资源和环境方面的优势。为此，合理设计具有高比容量、长循环寿命的电极材料，明晰电化学过程中的储钾机制，有助于构筑高性能钾基储能设备，推进钾基储能体系的商业化应用。本次报告主要针对新型钾基储能设备正/负极材料的可控制备、改性方法和电极/电解液界面调控，结合多种原位测试技术，阐明电极材料微观结构、化学组分和结构相变同储钾机制之间的构效关系。开展从体系选择、器件设计优化到界面性质调控等方面的研究，设计并合成多种新型电极材料，为新型钾基储能设备的开发与应用奠定基础。

孙吉平

中南大学

中南大学冶金与环境学院博士研究生。2021年本科毕业于中南大学新能源材料与器件专业，获工学学士学位。中南大学2021级“本-博拔尖创新人才”直博生，师从王接喜教授，主要从事锂离子电池、锂离子电容器等电化学储能器件以及电催化二氧化碳还原研究。目前已在Carbon， ACS Applied Materials & Interfaces, Chemical Science, Energy & Fuels等期刊发表SCI论文6篇。

一步喷雾热解法制备锂离子电池高镍三元正极材料

孙吉平[1]，王接喜[1,*]

[1]中南大学冶金与环境学院，湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号，410083

*Email: wangjiexikeen@csu.edu.cn

摘要正文：

$LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}$（NCM811）高镍三元层状正极材料具有较高的比容量和优异的倍率性能，是高能量密度锂离子电池（LIBs）的关键正极材料之一。传统的共沉淀法是NCM811材料前体合成中广泛使用的方法，但其存在合成过程漫长、元素分布不均匀、产品一致性差等问题。喷雾热解法可以在数秒内制备出过渡金属元素均匀分布的氧化物前驱体，具有极高的材料合成效率。然而，其后续烧结过程中加入锂盐也会造成锂元素的均匀分布困难。基于此，本文提出了一种新的一步喷雾热解方法，通过合成所有元素在分子水平上均匀分布的含锂前体来制备高性能NCM811正极材料。在300℃的低热解温度下，通过乙酸盐体系成功地获得了具有折叠形态和异常均匀性的前驱体。此外，最终材料良好地继承了前体的折叠形态，在1C（1C= 200 mA g^{-1}）倍率下循环100和200次后，其循环保持率分别为94.6%和88.8%。

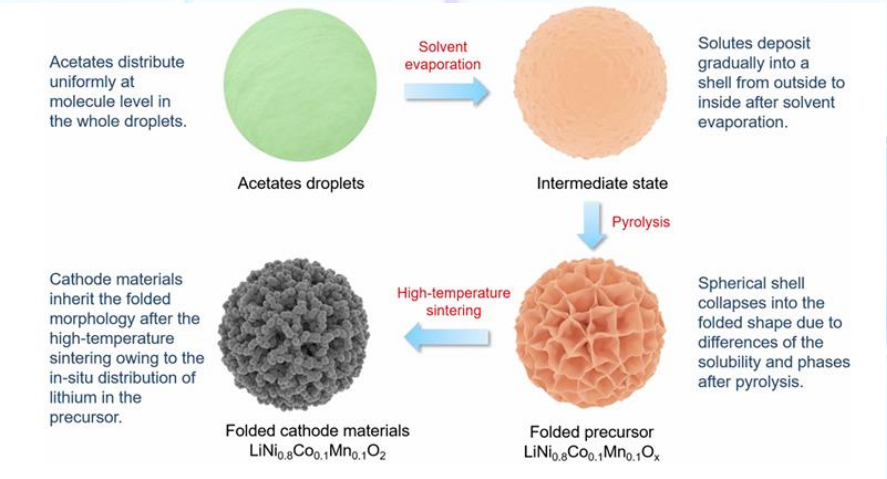


Fig. 1 Synthetical routes of the Li-contained precursors and NCM811 cathode materials.