

一、成果名称

骨修复材料表面/界面调控及其生物医学应用

二、提名单位意见

申报材料真实有效，相关栏目符合填写要求。提名该项目为新疆维吾尔自治区自然科学奖二等奖。

三、成果简介

由于交通事故、运动损伤、骨折、骨质疏松以及关节炎等导致的骨缺损，其骨修复困难是当今医学难点之一。骨组织修复事关人民健康，具有重要的社会意义和科学价值。针对现阶段医用材料生物功能单一并骨组织整合性不足，不能有效激发生命过程促进骨组织再生修复的关键性科学问题，项目创新性地提出生物活性大分子多重调控金属离子，构筑多功能骨植入材料，从而调控材料生物功能性的理论。基于该理论，研发适用于开放性感染骨修复环境的生物材料新体系，取得了一批具有重要理论意义和临床应用价值的原创性研究成果。以高分子调控理论-研发新材料-生物医学应用为主线，具体如下：

本项目提出了生物活性大分子调控策略，通过生物活性大分子驱动的金属离子调控理论，阐明其调控机理，开发了一种普适性制备强效杀菌、骨诱导好的骨植入材料的新途径。具体包括①提出了天然高分子壳聚糖通过电化学驱动作用调控钙离子和银离子，在电化学驱动过程中壳聚糖与钙离子、银离子形成壳聚糖- Mn^{+} 配合物，配合物在电场作用下向阴极移动， Mn^{+} 的沉积速度减慢，使其均匀沉积在阴极表面，实现羟基磷灰石和银纳米颗粒双重调控作用，在钛金属骨植入物表面构建了高效杀菌、骨诱导复合涂层，解决抗菌率低的难题。②提出了导电高分子聚吡咯通过电化学驱动作用调控钙离子和铜离子（锌离子），在电化学氧化聚合中，阴离子(PO_4^{3-})被掺杂到聚吡咯主链，作为羟基磷灰石成核和生长的模板。同时，聚吡咯分子的氨基吸附铜离子（锌离子），并与之配位形成配合物，实现羟基磷灰石和铜（氧化锌）颗粒双重调控作用，在钛金属骨植入物表面构建了成血管、抗菌和骨诱导多功能复合涂层，解决了其成血管、杀菌、骨诱导无法兼具的难题。③提出了导电高分子聚吡咯通过电化学驱动调控银离子，在电化学氧化聚合过程中，聚吡咯分子的氨基吸附银离子，并与之配位形成配合物，实现聚乳酸骨植入物表面构建均匀分布的银纳米颗粒涂层，解决了聚乳酸表面抗菌

率低的难题，用于骨填充。

基于生物活性大分子调控金属离子研发的新型生物材料，加速开放性骨折骨整合过程。相关成果为生物功能化材料的临床应用奠定了理论基础，引起国内外同行重视并被广泛引用。项目的 5 篇代表性论文被 SCI 他引 109 次，单篇最高他引 35 次，授权发明专利 1 项，表明该项目相关成果具有重要的科学意义和应用价值。培养硕士 7 人。

四、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	年卷期	影响因子	发表时间	第一作者
1	Fabrication of Antibacterial and Antiwear Hydroxyapatite Coatings via In Situ Chitosan-Mediated Pulse Electrochemical Deposition	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	2017, 7, 5	10.383	2017/2/8	Yan, L (Yan, Ling)
2	Osteogenic and antiseptic nanocoating by in situ chitosan regulated electrochemical deposition for promoting osseointegration	MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING C-MATERIALS FOR BIOLOGICAL APPLICATIONS	2019, 102	8.457	2019/4/22	Wang, XH (Wang, Xiaohui)
3	Multifunctional HA/Cu nano-coatings on titanium using PPy coordination and	BIOMATERIALS SCIENCE	2018, 6	7.59	2018/3/1	Wang, Yingbo

	doping &ITvia&IT pulse electrochemical polymerization					
4	Stable ZnO-doped hydroxyapatite nanocoating for anti-infection and osteogenic on titanium	COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTER FACES	2020, 186	5.999	2019/12/14	Maimaiti, B (Maimaiti, Baikere)
5	Hydroxyapatite/silver electrospun fibers for anti-infection and osteoinduction	JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH	2020, 21	12.82 2	2019/10/9	Liu, FF (Liu, Feifei)

五、主要完成人情况

(一) 姓名：王英波

排名：第一

行政职务：副院长

技术职称：教授

工作单位：新疆师范大学

完成单位：新疆师范大学

对本成果技术创造性贡献：

提出生物活性大分子调控金属离子的多重调控理论，仿生人体骨骼的化学修复机理，研发新型生物医用材料，实现骨组织修复。基于材料表征和筛选，鉴定材料调控骨组织修复的关键性材料学因素，揭示植入材料的元素成分、离子释放、微纳结构等材料因素在骨修复环境中激发细胞功能的作用规律，开创了一种普适性制备与细胞/骨组织整合良好的抗菌骨修复多功能骨植入材料的新途径。

主要发现点的主要贡献人。

代表性论文 1、2、3、4、5 的通讯作者。

(二) 姓名：宴玲

排名：第二

行政职务：无

技术职称：无

工作单位：无

完成单位：新疆师范大学

对本成果技术创造性贡献：

提出壳聚糖、聚吡咯通过电化学驱动作用多重调控金属离子策略，赋予钛金属骨植入物表面高效杀菌、骨诱导等多功能，解决了骨诱导不足、抗菌率低的难题。基于该策略，研发了系列具有持久抗菌、骨诱导等多功能生物医用骨植入材料。

主要发现点的主要贡献人之一。

代表性论文 1 的第一作者，2、3 的共一作者。

（三）姓名：谢超鸣

排名：第三

行政职务：无

技术职称：教授

工作单位：西南交通大学

完成单位：新疆师范大学

对本成果技术创造性贡献：

主要发现点的主要贡献人之一。

代表性论文 4 的主要完成人之一。

（四）姓名：刘菲菲

排名：第四

行政职务：无

技术职称：无

工作单位：无

完成单位：新疆师范大学

对本成果技术创造性贡献：

提出了导电高分子聚吡咯通过电化学驱动调控银离子的策略，赋予聚乳酸骨

植入物表面高效抗菌性能，解决了聚乳酸表面抗菌率低的难题。

主要发现点的主要贡献人之一。

代表性论文 5 的第一作者。

(五) 姓名：马创

排名：第五

行政职务：副主任

技术职称：教授

工作单位：新疆医科大学

完成单位：新疆医科大学

对本成果技术创造性贡献：

表面改性技术的贡献者之一。

代表性论文 2、4、5 的共同通讯作者。

六、完成人合作关系说明

完成人合作关系以及情况汇总表

序号	合作者 (排名)	合作方式	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	王英波	分工协作（统筹设计、 关键科学问题公关）	2016.8.17-2 019.12.14	发表论文、专 利、人才培养	见代表作 1,2,3,4,5，发 明专利	
2	晏玲	分工协作（具体实验设 计及性能表征）	2016.8.17-2 019.12.14	发表论文、人 才培养	见代表作 1,2, 3	
3	谢超鸣	分工协作（技术指导、 共同培养研究生）	2016.8.17-2 019.12.14	发表论文、人 才培养	见代表作 4	
4	刘菲菲	分工协作（具体实验设 计及性能表征）	2016.8.17-2 019.12.14	发表论文，人 才培养	见代表作 5	
5	马创	分工协作（技术指导、 共同培养研究生）	2016.8.17-2 019.12.14	发表论文、人 才培养	见代表作 2,4,5	

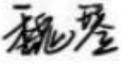
七、知情同意证明

新疆师范大学王英波老师主持申报的项目（骨修复材料表面/界面调控及其生物医学应用），拟申报 2022 年新疆自然科学奖，报奖成果中有学术论文 5 篇、授权发明专利 1 件，其中有部分成果本人为作者之一，本人同意该成果用于本次奖励申报工作，且本人不作为本次申报奖励的主要完成人，将来也不再用来申报科学奖，本人没有异议。

特此证明！

签名：

相宜	相宜
于佳	于佳
崔文国	崔文国
王晓慧	王晓慧
叶廷军	叶廷军
程若煜	程若煜
田巨灵	田巨灵
拜克热· 麦麦提	拜克热·麦麦提
单欣欣	单欣欣

张乃音	张乃音
骆江洪	骆江洪
陈彤彤	
魏琴	
陆勇	
高雅	

附成果目录:

- [1] Ling Yan, Yi Xiang, Jia Yu, Yingbo Wang*, Wenguo Cui. Fabrication of Anti- bacterial and Antiwear Hydroxyapatite Coatings via In Situ Chitosan-Mediated Pulse Electrochemical Deposition. J. ACS applied materials & interfaces, (IF=9.29)2017, 9: 5023-5030.
- [2] Xiaohui Wang, Ling Yan, Tingjun Ye, Ruoyu Cheng, Juling Tian, Chuang Ma, Yingbo Wang*, Wenguo Cui. Osteogenic and antiseptic nanocoating by in situ chitosan regulated electrochemical deposition for promoting osseointegration. J. Materials Science & Engineering C, (IF=7.328) 2019, 102:415-426.
- [3] Yingbo Wang*, Ling Yan, Ruoyu Cheng, Mirigul Muhtar, Xinxin Shan, Yi Xiang, Wenguo Cui. Multifunctional HA/Cu nano-coatings on titanium using PPy coordination and doping via pulse electrochemical polymerization. J. Biomaterials science, (IF=6.843)2018, 6:575-585.
- [4] Baikere Maimaiti, Naiyin Zhang, Ling Yan, Jianghong Luo, Chaoming Xie, Ying bo Wang*, Chuang Ma, Tingjun Ye. Stable ZnO-doped hydroxyapatite nano- coating for anti-infection and osteogenic on titanium. J. Colloids and Surfaces B: Biointer- faces, (IF=5.268)2019, 186:110731.
- [5] Feifei Liu, Xiaohui Wang, Tongtong Chen, Naiyin Zhang, Qin Wei, Juling Tian, Yingbo Wang*, Chuang Ma, Yong Lu. Hydroxyapatite/silver electrospun fibers for anti-infection and osteoinduction. J. Journal of Advanced Research, 2019, 21:91- 102.
- [6] 发明专利: 王英波, 高雅, 梁红培, 粟智. 一种电纺 PLLA/Ag 抗菌复合膜的制备方法, ZL201510398204.X, 证书号 2499768, 授权时间 2017年5月31日。