

## 第二届大学生生物材料创新设计大赛命题组 题目信息及说明

### 一、命题 1

#### (一) 题目名称

促进骨组织修复的骨胶材料的设计和制备

#### (二) 题目背景意义

骨折与骨缺损是威胁数千万人健康的常见临床难题。现有金属内固定物易引发异物反应，而临床常用骨胶（如氰基丙烯酸酯等）在生物相容性、降解可控性与骨整合能力方面存在局限。特别是在粉碎性骨折或出血情况下，材料需兼具快速粘接固定、优异的力学稳定性、良好组织相容性与诱导骨再生的多重功能。因此，亟需设计一种新型骨胶，实现从“机械固定”到“生物整合”的功能跃升，为复杂骨缺损修复提供新解决方案。

#### (三) 任务要求

本项目旨在设计一种新型的骨胶材料，不仅能实现与骨组织的持久粘接，满足力学需求，更能通过材料学设计主动调控局部微环境，促进血管化与成骨，实现骨组织修复。具体任务要求如下：

1. 阐明所设计材料的成分选择依据；
2. 阐述该材料在湿性环境下（模拟术中出血）与骨组织的粘接机制；
3. 说明该骨胶如何通过组成与结构设计，促进骨组织再生；
4. 调控炎症微环境、促进血管新生实现的机制分析与说明；

5.提出该骨胶的制备工艺与操作方法（如可注射、可塑形），并规划其关键性能的代表方案，包括固化时间、流变性能、体外降解率及细胞相容性；

6.提供所制备材料的主要性能参数表征结果，如材料组成结构表征、材料粘接性能、促成骨活性、促血管化潜力、骨修复验证方案等。

#### （四）评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	材料功能设计准确、针对性强	15
	材料体系设计内容详实、先进	15
	材料合成制备工艺合理、经济	15
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 材料理化性能（湿态粘接强度等）	10
	技术指标 2: 促成骨活性	10
	技术指标 3: 促血管生成能力	10
	技术指标 4: 体外降解性与细胞相容性	10

## 二、命题 2

### （一）题目名称

智能水凝胶敷料用于糖尿病皮肤创面再生

### （二）题目背景意义

糖尿病创面难以愈合是导致患者高截肢率与死亡风险的核心临床难题。我国糖尿病患者人数达1.096亿，其中约15-25%会并发糖尿病足溃疡，年直接医疗费用超150亿元。传统敷料仅能被动覆盖创面，无法调控创面愈合中紊乱的细胞行为与微环境，导致感染持续、炎症期停滞、血管新生受阻、组织再生困难。因此，开发一种新型智能修复材料主动响应创面动态信号，引导创面有序再生，实现皮肤功能性修复，

对提升愈合质量、降低致残率具有重要临床价值。

### （三）任务要求

本项目旨在设计一种新型的糖尿病创面敷料，能够在糖尿病创面愈合过程中响应创面动态信号，并提供抗持续感染、调控炎症微环境、促进血管新生等多方面支持，实现创面皮肤再生修复。具体任务要求如下：

- 1.阐明所设计材料的成分选择依据；
- 2.阐明所设计材料的设计原则和主动响应创面动态信号的原理和方法；
- 3.抗感染功能实现的机制分析与说明；
- 4.调控炎症微环境、促进血管新生实现的机制分析与说明；
- 5.所设计材料的合成制备与性能表征评价方法；
- 6.提供所制备材料的主要性能参数表征结果，如材料组成结构表征、材料智能响应等理化性能表征及抗感染、促创面愈合的初步表征结果。

### （四）评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	材料功能设计准确、针对性强	15
	材料体系设计内容详实、先进	15
	材料合成制备工艺合理、经济	15
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 材料理化性能（响应性、力学性能等）	10
	技术指标 2: 抗感染能力和炎症调控能力	10
	技术指标 3: 促血管生成能力	10
	技术指标 4: 促进糖尿病慢性创面修复指标	10

### 三、命题 3

#### (一) 题目名称

具有免疫激活功能的疫苗载体的设计与制备

#### (二) 题目背景意义

传统疫苗递送系统存在免疫激活效率低、靶向性不足、易被机体清除等问题，难以满足新一代疫苗的应用需求。近年来，兼具免疫激活功能与递送能力的载体应运而生，其不仅能稳定负载疫苗并精准递送，还可协同激活固有免疫与适应性免疫，强化免疫保护效果。设计此类载体，可破解传统疫苗递送核心难点，为传染病、肿瘤等疾病的预防与治疗提供新路径，对推动疫苗技术革新及临床转化具有重要意义。

#### (三) 任务要求

- 1.阐明所设计递送载体的设计思路；
- 2.阐明所设计递送载体的结构和组成；
- 3.疫苗递送功能实现的机制分析与说明；
- 4.免疫激活功能实现的机制分析与说明；
- 5.所设计递送载体的合成制备与性能表征评价方法；

6.提供所制备材料的主要性能参数表征结果，如材料组成结构表征结果、疫苗负载与释放性能表征结果、免疫激活效应表征结果、生物相容性表征结果。

#### (四) 评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	材料功能设计准确、针对性强	15
	材料体系设计内容详实、先进	15
	材料合成制备工艺合理、经济	15

评分考察内容	得分项	分数
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 材料组成结构	10
	技术指标 2: 疫苗负载与释放性能	10
	技术指标 3: 疫苗递送效率	10
	技术指标 4: 免疫激活指标	10

#### 四、命题 4

##### (一) 题目名称

具有协同治疗功效的肿瘤靶向递送载体的设计与制备

##### (二) 题目背景意义

肿瘤单一疗法存在疗效有限、易产生耐药性、肿瘤异质性难以覆盖等问题，严重制约治疗效果。协同治疗通过联合不同作用机制的治疗方式，可实现“1+1 > 2”的治疗效果，有效克服单一疗法缺陷。而高效的靶向递送载体是协同治疗的关键，其需同时实现多种治疗剂的稳定负载、肿瘤部位精准靶向及协同释放。设计一款兼具高靶向性与协同治疗功能的递送载体，能破解多药负载兼容性差、靶向精度不足、协同作用时序紊乱等难点，为复杂肿瘤的高效治疗提供新方案，对推动肿瘤协同治疗技术的临床转化具有重要意义。

##### (三) 任务要求

1. 阐明所设计载体的协同治疗策略选择依据；
2. 阐明所设计递送载体的设计思路；
3. 肿瘤靶向递送功能实现的机制分析与说明；
4. 协同治疗功效实现的机制分析与说明；
5. 所设计递送载体的合成制备与性能表征评价方法；
6. 提供所制备材料的主要性能参数表征结果，如材料组成结构表

征结果、多药负载与协同释放性能表征结果、靶向递送效率表征结果、协同治疗效应表征结果等。

#### (四) 评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	载体功能设计准确、协同治疗与靶向递送适配性强	15
	载体体系设计内容详实、协同策略与技术路线先进可行	15
	载体制备工艺合理、多药负载可控	15
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 材料组成结构	10
	技术指标 2: 多药负载与智能释放性能	10
	技术指标 3: 靶向效率指标	10
	技术指标 4: 协同抗肿瘤作用指标	10

## 五、命题 5

### (一) 题目名称

痕量生化标志物识别与信号放大功能材料设计

### (二) 题目背景意义

疾病的发生与发展通常伴随着体内痕量生化标志物（如特定代谢物、炎症因子或离子水平）的异常变化，这类标志物在早期诊断和病程评估中具有重要价值。然而，由于其含量低、背景干扰强，传统检测方法往往依赖复杂的样本处理和高端仪器，限制了其在快速诊断和广泛应用中的推广。通过发展具备高选择性识别能力和信号放大功能的生物检测材料，可在不依赖复杂设备的条件下显著提升检测灵敏度与特异性，为体外诊断和体内监测中痕量生化标志物的精准检测提供

新的材料解决方案。

### (三) 任务要求

1.阐明所设计检测材料的选材依据与功能设计思路，说明材料在痕量生化标志物识别和信号放大中的具体作用；

2.明确检测体系的设计原则与检测方法，说明目标标志物类型、检测方式及信号输出形式；

3.对痕量生化标志物识别与信号放大机制进行分析与说明，包括材料与标志物相互作用及信号增强过程；

4.说明功能材料的制备方法、加工工艺及相关性能表征手段；

5.提供主要技术性能参数与实验结果，包括但不限于：

(1) 检测灵敏度或检测限 (LOD)；

(2) 检测响应时间；

(3) 选择性或抗干扰性能；

(4) 材料结构或理化性能表征结果。

(5) 加分项技术指标：

①实现多种生化标志物的同时识别与检测；

②在复杂基质条件下保持稳定检测性能，并提供对比实验数据。

### (四) 评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	材料功能设计准确、针对性强	15
	材料体系设计内容详实、先进	15
	材料合成制备工艺合理、经济	15
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 检测灵敏度或检测限 (LOD)	10
	技术指标 2: 响应时间	10

评分考察内容	得分项	分数
	技术指标 3: 选择性/抗干扰能力	10
	技术指标 4: 信号稳定性及重复检测能力	10

## 六、命题 6

### (一) 题目名称

长期监测的动态响应型生物界面传感材料设计

### (二) 题目背景意义

在慢性疾病管理和长期健康监测中，疾病相关信号往往呈现持续变化和动态波动特征，对监测材料的稳定性与响应能力提出了更高要求。生物界面材料直接与生理环境接触，是实现长期、连续信号获取的重要载体。然而，传统界面材料多以被动支撑为主，难以实现对信号变化的有效感知与转换。通过发展具备动态响应特性的生物界面传感材料，使材料在界面环境变化过程中主动产生可检测信号，有助于提升长期监测的可靠性和稳定性，为植入式或贴附式疾病监测提供新的诊断材料基础。

### (三) 任务要求

1.阐明所设计生物界面传感材料的选材依据与结构设计思路，说明材料在界面环境中产生动态响应的机理；

2.明确长期监测体系的设计原则与检测方法，说明目标监测信号类型及信号转换方式；

3.对动态响应与信号转换机制进行分析与说明，包括材料对环境或生理信号变化的响应过程；

4.说明生物界面材料的制备方法、加工工艺及界面稳定性设计；

5.提供主要技术性能参数与实验结果，包括但不限于：

(1) 响应灵敏度或信号变化幅度；

- (2) 响应时间及连续监测稳定性;
- (3) 重复性或循环稳定性;
- (4) 材料在界面条件下的稳定性或耐久性评价。
- (5) 加分项技术指标 ( 任选1-2项 ) :

①在长时间连续监测条件下保持稳定信号输出;

②在不同环境条件下实现可重复的动态响应行为, 并给出实验验证。

#### (四) 评分标准

评分考察内容	得分项	分数
设计报告	材料功能设计准确、针对性强	15
	材料体系设计内容详实、先进	15
	材料合成制备工艺合理、经济	15
	材料表征评价方法完整、规范	15
作品技术指标参数	技术指标 1: 传感灵敏度	10
	技术指标 2: 响应时间或响应范围	10
	技术指标 3: 重复性或连续监测稳定性	10
	技术指标 4: 材料理化性能	10