



## 生物

## 设计类题目创新思维训练

北京市第八中学 孔玮

创新思维是生物学科的核心考查要素之一,也是考生需要突破的关键难点。此类创新思维主要集中在设计类题目,例如实验设计与生物产品设计。本文将系统阐述如何通过日常训练,有效提升创新思维与解题能力。

## 设计类题目的核心特征与思维要求

**综合性:**设计类题目强调知识与技术的融会贯通,要求考生具备跨越章节、灵活调用知识的能力。

**应用性:**设计类题目以解决真实科研或生产问题为导向,体现生物学原理的实际价值。

**创新性:**设计类题目要求考生在现有知识和技术的基础上,进行新颖且可行的组合与设计。

## 系统训练创造性思维的实用策略

## 1. 构建网络化知识体系

创新绝非空中楼阁,其根基在于扎实而融通的知识储备。考生不能满足于对知识的简单记忆,而应在深刻理解的基础上构建互联互通的知识网络,形成应对复杂问题的底层能力。

## 2. 掌握核心技术的原理与应用

在解答设计类题目时,一个充盈的“技术工具包”至关重要。考生要理解考题中常见技术的核心原理与适用场景。

**基因操作:**转基因、CRISPR 基因编辑、Cre-loxP 系统等可实现基因的导入、敲除、修改、重组。

**蛋白互作:**酵母双杂交、免疫共沉淀、Pull-down、双分子荧光互补、荧光素酶互补成像等技术用来研究蛋白质之间是否存在互作关系。

**功能分析:**启动子截短实验用于研究转录因子或 RNA 聚合酶的结合位点;蛋白质的截短实验用于研究蛋白质的功能区域。

考生在对典型例题进行深入剖析时能培养一种面对技术应用的“直觉”。这种直觉既能帮助考生在新情境中迅速决策,又能将孤立的技术点串联成网,形成一个强大的知识体系。此后,即便面对全新技术,考生也能凭借体系内的相似原理,触类旁通,实现高效的知识迁移。

## 3. 从模仿到创造,解构优质思维模式

学习经典是通向创新的必经之路。无论是剖析教材中的经典实验,还是钻研典型试题的解答过程,其核心都在于领悟其背后的科学思维框架。考生若掌握这一框架,便能在应对陌生情境时迅速抓住关键点。具体分析步骤如下。

分析维度	关键问题	训练价值
实验目的	要解决什么科学问题?	培养问题意识
科学假设	假设是什么? 如何提出假设?	培养逻辑思维与批判性思考能力,培养创新思维与想象力
设计思路	为什么采用这种方法?	理解实验逻辑,积累设计思路
变量控制	如何设置对照? 控制哪些变量? 如何控制变量?	培养严谨思维,掌握常用的实验手段
结果预测	可能得到什么结果?	培养推理能力
结果解读	实际结果是什么? 与预期是否相符?	培养信息提炼与转化能力
结论得出	结果意味着什么? 自变量和因变量之间是相关关系还是因果关系?	培养批判性思维与逻辑关联能力

## 4. 形成固定的解题思维框架

攻克生物工程产品设计题的关键在于融合三大核心要素:扎实的生物学原理、严谨的工程学思维与面向应用的创造力。通过研习经典试题,考生可固化科学的思维路径。一般而言,其解答流程如下。

**明确目标与约束:**考生要精准界定产品功能,并梳理所有技术及条件限制。

**关联知识与经验:**考生要快速检索相关的生物学原理与技术,并联想以往类似题目的解题思路。

**构建方案逻辑链:**考生要逐步推演设计方案,确保每一步均有扎实的科学依据,形成逻辑闭环。

**迭代审查与优化:**考生要用批判性思维审视方案,识别漏洞并进行优化,提升方案的可行性与创新性。

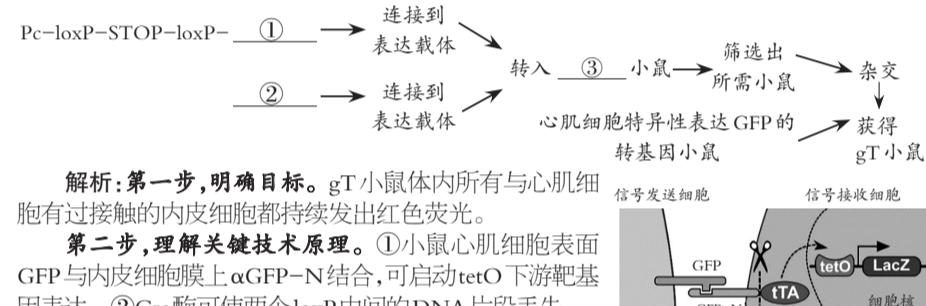
## 例题解析

下面通过两道例题,示范解题思维路径。

**例1**(节选2024年东城区期末试题)(3) 研究人员进一步构建gT小鼠,以实现体

内所有与心肌细胞有过接触的内皮细胞都持续发出红色荧光。请利用以下实验材料,完善制备gT小鼠的技术路线。

DNA序列	loxP:该序列中有Cre酶的识别位点,loxP本身不影响附近的DNA序列的功能 Cre:编码的酶进入细胞核后作用于loxP,导致两个loxP之间的DNA片段丢失 STOP:转录终止序列 Pc:持续表达强启动子 tetO:tTA识别和结合序列,结合后启动下游基因的表达 RFP:红色荧光蛋白基因
小鼠品系	a. 内皮细胞特异性表达αGFP-N-tTA的转基因小鼠 b. 野生型小鼠



**解析:**第一步,明确目标。gT小鼠体内所有与心肌细胞有过接触的内皮细胞都持续发出红色荧光。

第二步,理解关键技术原理。  
①小鼠心肌细胞表面GFP与内皮细胞膜上αGFP-N结合,可启动tetO下游靶基因表达。  
②Cre酶可使两个loxP中间的DNA片段丢失。

第三步,构建方案。gT小鼠需要具备的基因及其表达条件包括:a.心肌细胞特异性表达的GFP;b.内皮细胞特异性表达的αGFP-N-tTA;c.心肌细胞与内皮细胞接触后才表达的RFP。其中ab可由题干中提到的小鼠品系提供,c可通过Cre酶剪切loxP之间的STOP,使得其下游的RFP表达。因此,答案为①RFP,②tetO-Cre,③a。

第四步,审视方案。考生可代入答案分析作用过程:gT小鼠心肌细胞上的GFP与内皮细胞表面αGFP-N-tTA结合后,启动tetO下游Cre基因表达。Cre酶切除STOP序列,继而RFP基因持续表达,内皮细胞持续发出红色荧光,方案成立。

**例2**(节选2024年朝阳区期末试题)(3) PORC基因和PSY2基因分别是叶绿素与类胡萝卜素合成的关键基因。研究者利用尿嘧啶和亮氨酸合成缺陷型酵母菌进行转基因实验,证实HY5可直接结合两基因的启动子调控其转录。请以PORC基因为例,补充完善实验方案(注:AD蛋白与启动子足够靠近时激活转录;金担子素抗性基因表达可解除金担子素对酵母菌生存的抑制作用)。

组别	实验组		对照组
先导入的表达载体	① - 启动子	尿嘧啶合成基因	基因
筛选成功转化的酵母菌	缺乏尿嘧啶的培养基		
再导入的表达载体	- 启动子	亮氨酸合成基因	② - 启动子
筛选成功转化的酵母菌	AD-HY5融合基因	基因	基因
培养上述酵母菌	③ _____ 的培养基	④ _____ 的培养基	⑤ _____ 的培养基
实验结果	生长	生长	生长
	不生长	不生长	不生长

**解析:**实验目的:证实HY5可直接结合PORC基因启动子调控其转录。

**实验原理:**类似研究蛋白质互作的酵母双杂交实验,HY5若能与PORC基因启动子结合,可使与之融合的AD与启动子靠近并激活下游基因转录,金担子素抗性基因就可作为该下游基因。尿嘧啶合成基因与亮氨酸合成基因分别作为两个表达载体上的标记基因,用于筛选成功转入相关表达载体的阳性克隆菌。对照组应单独导入AD基因,以排除AD直接激活基因转录的可能性。

**实验设计:**①PORC启动子、金担子素;②亮氨酸抗性基因、AD;③缺乏亮氨酸;④缺乏亮氨酸且加入金担子素;⑤缺乏亮氨酸。

**审视方案:**在缺乏尿嘧啶和亮氨酸的培养基中存活下来的菌落则为成功导入两种表达载体的酵母菌。实验组酵母菌因导入AD-HY5融合基因,可通过HY5与PORC基因启动子结合,使得AD靠近启动子激活金担子素抗性基因表达,酵母菌可在缺乏亮氨酸以及加入金担子素的培养基中存活;对照组因只导入AD基因,无法激活金担子素抗性基因表达,则只能在缺乏亮氨酸的培养基中生长,不能在含有金担子素的培养基中存活。预期与结果一致,方案成立。