

## 生命科学部重大项目指南

2024 年生命科学部共发布 9 个重大项目指南，拟资助 6 个重大项目。项目申请的直接费用预算不得超过 1500 万元/项。

## “转座子功能及活性调控的分子基础”重大项目指南

转座子是基因组中能够自主复制并跳跃到基因组不同位点的重复序列。转座子在所有生物的基因组中普遍存在，能通过多种方式影响生物学功能，对于生物的生存和繁衍非常重要，其活性变异影响作物驯化改良和人类健康。转座子是生物基因组中最活跃易变的部分，其活性变化在生物对环境变化的响应过程中发挥着重要作用，是生物适应环境变化进行可塑性发育的关键因素之一。然而，目前关于转座子活性调控、进化驱动力及其在生物环境适应中的作用机制等关键问题仍然缺乏系统深入的研究。

转座子活性的动态变化与生物环境适应的关系是生物学前沿研究领域，是理解生物转座子功能和表型可塑性的基础。针对活性转座子，研究其活性变化和进化驱动力、调控机制及其与环境适应的关系，以及其对生物表型调控的机制，有望产生转座子功能和活性调控的新理论与新技术，支撑国家农业和医学发展及生物多样性保护。

### 一、科学目标

围绕“转座子功能及活性调控的分子基础”这一核心科学问题，通过多学科交叉，利用多组学、群体遗传学、分子生物学及合成生物学等手段揭示转座子的进化驱动力，研究活性转座子的调控及其生物学功能，解析活性转座子的起源及活性调控的分子基础，揭示环境因素对转座子活性的影响机制以及转座子调控对

维持基因组稳定性的重要作用，阐明转座子调节表型的分子机制，开发和设计转座子调控元件并探讨其对关键性状的调控功能，为生物遗传改良提供科学依据和技术支撑。

## 二、研究内容

- (一) 新型转座子的发掘与功能研究。
- (二) 环境因素影响转座子活性的分子机制。
- (三) 转座子调控生物表型的分子机制、调控元件设计及功能研究。

## 三、申请要求

(一) 紧密围绕“转座子功能及活性调控的分子基础”这一核心科学问题，综合运用多学科研究方法和模式系统，开展深入、系统研究。项目按上述研究内容设置 3 个课题，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“转座子功能及活性调控的分子基础”，申请代码 1 选择 C06 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62329253。

## “重要新型亚细胞结构的功能与机制”重大项目指南

亚细胞结构及细胞器是维持细胞正常工作和运转的基本结构，构成了细胞生物学的主体，是当前细胞生物学研究的热点和重点。已知的细胞器主要包括内质网、高尔基体、溶酶体、过氧化物酶体、线粒体等。细胞器的结构、生成机制和功能，以及细胞器在生理病理过程中的作用一直是细胞器研究的核心内容。从细胞器研究现状来看，大部分细胞器发现于上世纪。近年来，得益于光学、化学和信息科学等交叉学科的发展和手段的革新，细胞器和亚细胞结构的研究得到了长足的发展，介导细胞间通讯的新型亚细胞结构与作用模式也开始成为研究前沿。系统研究重要新型亚细胞结构的功能与机制，有助于开创新兴研究方向，有望揭示新型亚细胞结构对应的相关疾病的发病机制，解析新型亚细胞结构的功能特异性和普适性及其作用机制，为相关重大疾病的诊断和治疗提供新的靶点和策略。

### 一、科学目标

聚焦 1-2 种具有重要功能的新型亚细胞结构，综合运用相关疾病的动物模型和临床样本，结合细胞生物学、生物物理学、生物医学成像、蛋白质组学和基因编辑等多学科交叉的研究手段和技术，系统性解析新型亚细胞结构的产生与调控机制，并重点阐释其在免疫调控、微环境重塑、肿瘤发生发展等生理病理过程中的重要功能，为相关疾病的诊疗提供理论基础和新靶点。

## 二、研究内容

- (一) 新型亚细胞结构的形态特征和分子标志物。
- (二) 新型亚细胞结构的发生与调控机制。
- (三) 新型亚细胞结构介导的重要在体生理病理功能。
- (四) 新型亚细胞结构研究新技术、新方法的开发和应用。

## 三、申请要求

(一) 围绕核心科学问题，项目按上述研究内容分别设置 4 个课题，综合运用多学科研究方法和模式系统，紧密围绕“重要新型亚细胞结构的功能与机制”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“重要新型亚细胞结构的功能与机制”，申请代码 1 选择 C07 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：021-62327213。

# “脂肪组织免疫微环境的调控机制及干预策略”

## 重大项目指南

脂肪在机体能量平衡中发挥不可或缺的调节作用，具有储存和消耗能量、维持体温、调控内分泌稳态、调节组织修复与再生等多种生理学功能，对于维持机体健康至关重要。随着我国居民肥胖和超重人群的大幅飙升，极大增加了罹患脂肪肝、高血压、糖尿病、心血管疾病、神经退行性疾病、肿瘤等疾病的风险；同时肥胖也加剧衰老引起的功能衰退，进而促进衰老相关慢性疾病的发展进程。脂肪组织特有的免疫微环境在维持脂肪组织的功能稳态中起着十分关键的调节作用。以往研究多数聚焦于特定类型免疫细胞的功能和作用，目前尚缺乏脂肪组织内免疫微环境的细胞调控网络、功能特性及其干预效力的整合研究。系统研究脂肪组织免疫微环境的调控及干预，有望全面解析脂肪组织功能稳态的免疫调控机制，揭示衰老和代谢相关慢性疾病发生发展的免疫学基础，为相关疾病的诊断、治疗和预防提供新的靶点和策略。

### 一、科学目标

以脂肪组织免疫调节及干预为主线，综合运用“时空组学”和“代谢示踪”、超高分辨率三维体积荧光成像、单细胞组学、质谱流式与质谱成像、基因工程小鼠构建、高通量 CRISPR 基因编辑与筛选等多学科交叉的研究方法，在生理和病理条件下构建脂肪组织免疫与代谢调控机制的整合性研究体系，建立脂肪组织

内不同细胞间的通讯和互作网络图谱，揭示脂肪组织与免疫系统之间的互作模式，阐明脂肪组织间以及与其他组织器官对话的免疫学途径对代谢稳态的协同调控机制，探寻免疫干预代谢的新靶标。

## 二、研究内容

(一) 脂肪组织微环境中免疫细胞的分型、功能及细胞间的通讯和调控网络鉴定。

(二) 免疫微环境的病理性变化对脂肪组织功能的疾病特异性调控机制，以及干预靶点的识别与鉴定。

(三) 重塑脂肪组织免疫微环境，探索治疗慢性代谢性疾病的新策略。

## 三、申请要求

(一) 围绕核心科学问题，项目按上述研究内容分别设置 3 个课题，综合运用多学科研究方法和模式系统，紧密围绕“脂肪组织免疫微环境的调控机制及干预策略”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“脂肪组织免疫微环境的调控机制及干预策略”，申请代码 1 选择 C08 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62329240。

# “蛋白质相变调控神经元功能及障碍的机制研究”

## 重大项目指南

神经元发育以及生理功能的调控机理是神经科学的重点领域。神经元中重要蛋白质机器通过动态相分离/相变组装形成区域化分布，比如神经突触前扣结以及突触后致密带，维系了神经元正常结构和生理功能。而蛋白质动态相态调控的紊乱，是多种精神疾病和神经退行性疾病的重要病理机制。因此，蛋白相分离/相变如何调控神经元发育及生理功能，其紊乱如何介导神经系统疾病已成为神经科学领域的重大科学问题。

目前针对具有高度动态可逆性、异质性及多态性等特征的蛋白相分离/相变体系的研究技术和手段非常匮乏，极大地阻碍了对蛋白质相态演化及调控机制基本原理的深入研究。因此，亟待发展新颖的研究方法和手段，实现在生理状态下原位、实时、定量地表征神经元蛋白质机器动态相分离/相变的过程。同时，在病理状态下，表征神经元关键蛋白病理相变的分子机制及其在疾病中的作用，开拓基于蛋白相态示踪与调控的疾病诊断与治疗的新方向。

### 一、科学目标

聚焦人类神经元生理及病理的核心机理，开发创新的技术方法与化学工具，剖析蛋白质机器通过相分离/相变构建的动态互作网络及维系的深层分子机制，深入研究神经元如何通过蛋白质/核酸的相分离/相变来调节突触形成、突触可塑性、神经信号传导

等生理过程，阐述编码重要蛋白的基因突变如何影响蛋白凝聚体的形成和动态调控，发展新的化学工具调控异常的相分离/相变，为神经元生理功能的理解和疾病的干预提供科学理论基础与工具。

## 二、研究内容

(一) 建立与研发多时空尺度、多模态、单突触水平的蛋白相分离/相变原位表征新方法及调控新手段。

(二) 阐释蛋白相态构建与调控在神经突触形成、可塑性及信号传导中的作用及分子机理。

(三) 解析蛋白质相态调控紊乱导致突触功能缺陷及病理性相变聚集的分子机制。

(四) 发展蛋白质相变相关的神经系统疾病早期检测与干预的新工具和先导化合物。

## 三、申请要求

(一) 要求项目申请人围绕核心科学问题，按上述四个研究内容设置 4 个课题，综合运用多学科研究方法，紧密围绕“蛋白质相变调控神经元功能及障碍的机制研究”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现交叉合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“蛋白质相变调控神经元功能及障碍的机制研究”，申请代码 1 选择 C09 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62329240。

## “粮食作物多年生特性的基础研究”重大项目指南

经过近万年来的驯化选择，水稻、玉米、小麦、高粱等粮食作物从其多年生野生种被驯化成一年生栽培种。然而，一年生作物每年翻耕的生产方式带来了劳动力和种子成本增加、水土流失加剧、土壤养分失衡等环境生态问题。多年生粮食作物以其一次种植、连续生长和多次收获的特性，对于降低粮食生产成本、实施乡村振兴战略和实现农业绿色发展具有重要意义。然而，目前多年生粮食作物遗传育种的基础理论研究薄弱，包括多年生特性、越冬特性、地域特性、产量与多年生协同的遗传及调控机制尚不清楚，亟待构建多年生粮食作物免耕的栽培理论体系。因此，系统性开展多年生粮食作物的基础研究，解析限制多年生粮食作物育种的基础性核心科学问题，将为多年生粮食作物优异种质资源创制提供重要理论依据和育种材料。

### 一、科学目标

围绕多年生粮食作物的“多年生特性与产量协同”这一核心科学问题，综合应用遗传学、分子生物学、表型组学等多学科交叉的手段，揭示多年生粮食作物多年生特性形成的遗传机制、多年生性对低温适应性调控网络以及与产量协同调控的理论基础，通过定向优化和分子设计对多年生粮食作物的产量、品质、环境适应性等重要农艺性状进行遗传改良，在此基础上构建多年生粮食作物免耕栽培理论体系，为我国农业绿色发展提供理论及技术

支撑。

## 二、研究内容

- (一) 多年生粮食作物多年生特性形成的遗传机制。
- (二) 多年生粮食作物越冬特性形成的调控机制。
- (三) 多年生特性与产量协同的遗传机制。
- (四) 多年生粮食作物免耕的栽培理论体系构建。

## 三、申请要求

(一) 围绕核心科学问题，项目按上述研究内容分别设置 4 个课题，综合运用多学科研究方法，紧密围绕“粮食作物多年生特性的基础研究”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“粮食作物多年生特性的基础研究”，申请代码 1 选择 C13 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62326916。

# “特色园艺作物滋味品质性状形成的分子机制”

## 重大项目指南

园艺产品作为我国仅次于粮食的第二大类农产品，是人体健康必需营养物质的主要来源。园艺产品的外观、风味、口感和营养等品质因素日益成为消费者关注的焦点，品质性状成为新时期园艺作物育种的热点。尤其酸甜苦辣涩等口感滋味内在特质是园艺产品品质中的关键因素，也是决定经济价值的核心指标。但由于这些滋味物质的形成主要是多基因控制的数量性状，受到复杂的分子网络及环境的精确调控，是目前园艺产品品质改良研究中的重点和难点。

茶叶、柑橘、辣椒、大白菜等是原产我国或最具中国特色的园艺作物，种植面积和产量均居世界首位，在实施乡村振兴国家战略和中国式农业现代化建设中发挥着重要作用。因此，亟需系统研究并揭示特色园艺作物滋味品质性状形成的生物学机制，以引领支撑特色园艺作物产业高质量发展，为促进农民增收、提升农村经济实力、满足人民健康美好生活提供重要保障。

### 一、科学目标

以茶叶、柑橘、辣椒、大白菜等我国特色园艺作物为研究对象，围绕“滋味品质性状形成的分子机制”这一核心科学问题，采用多组学等研究方法，全方位挖掘特色园艺作物滋味品质性状形成的关键基因并解析其驯化规律，探明滋味品质性状形成的遗

传调控生物学基础和基因分子网络。尤其通过代谢组学等研究手段阐明特征滋味物质代谢的逆境响应分子机制，系统揭示特色园艺作物滋味品质性状形成的机制及与环境协同调控的生物学规律，提供滋味品质遗传改良靶标位点，研发相应分子标记及靶向的分子育种新技术，为创制滋味品质性状优异的突破性种质奠定理论与技术支撑。

## 二、研究内容

(一) 园艺作物特征滋味物质关键基因挖掘及驯化规律解析。

(二) 园艺作物特征滋味物质代谢途径网络调控机理研究。

(三) 园艺作物特征滋味物质代谢的逆境响应机制研究。

(四) 园艺作物滋味品质性状分子育种技术基础研究。

## 三、申请要求

(一) 围绕核心科学问题，项目按上述研究内容分别设置 4 个课题，综合运用多学科研究方法和模式系统，紧密围绕“特色园艺作物滋味品质性状形成的分子机制”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“特色园艺作物滋味品质性状形成的分子机制”，申请代码 1 选择 C15 的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62329321。

## “竹材代塑结构调控与定向重组转化机制”重大项目指南

我国是竹材加工利用大国，发展竹产业对保障国家木材安全、落实“双碳”战略具有重要意义。为应对全球气候问题，中国政府与国际竹藤组织共同发起“以竹代塑”倡议，并联合发布《“以竹代塑”全球行动计划（2023-2030）》，对竹产业发展指明了新方向。竹子生长速度快，3-5年可采伐利用，与木材的构造特征差异显著，具有维管束、薄壁细胞交替排列的独特梯度结构，弹塑性和塑料类似，是理想的代塑绿色原料。竹材经重组或转化后制造集成材、重组复合材、纤维材料、膜材料和生物化学品等主要代塑产品，可广泛用于家居、建筑、包装、农业和化工等领域，发展前景广阔。

然而，一方面，竹类植物种类丰富，不同竹种间材性差异明显，竹材代塑关键性状的遗传调控机制尚不明晰；另一方面，竹材具有典型的多尺度分级结构，构造特征和化学结构复杂，多尺度结构调控与其代塑重组转化机制尚未明确。因此，竹材代塑利用的普适性和通用性受限，严重制约了产业发展的质量、效益与规模。通过基因组学等手段深入研究竹类植物代塑重要性状的遗传基础，阐明关键基因对细胞壁组分结构的调控机制，揭示竹材构造特征、化学结构与代塑利用的构效响应关系，从竹片、纤维、分子等不同结构层次阐明竹材代塑利用的结构调控和定向重组转化机制，实现竹材代塑性状的精准定向改良，形成竹材代塑利用新理论、新方法和新技术，为“以竹代塑”产业绿色低碳高质量发展提供重要理论和技术指导。

## 一、科学目标

围绕“竹材代塑结构调控与定向重组转化机制”这一重大科学问题，综合运用多学科研究方法，开展深入、系统研究，解析竹类植物代塑性状的遗传基础及调控机制，厘清竹材构造特征、化学组分等与代塑利用的构效响应关系，探明竹片（束）等聚集微元高效重组复合和劣化破坏失效机制，揭示竹材纤维绿色分离及代塑材料成型与可控降解机理，阐明竹材主要分子转化为绿色化学品的精准解聚和定向重构机制，为“以竹代塑”传统产业升级、新兴产业壮大及未来产业布局提供理论依据和技术支撑。

## 二、研究内容

- （一）竹材代塑关键性状形成的遗传学基础与调控机制。
- （二）竹材聚集微元高效重组复合及劣化破坏失效机制。
- （三）竹材纤维绿色解离与功能组装及其可控降解机制。
- （四）竹材主要分子精准解聚与定向拓扑转化重构机制。

## 三、申请要求

（一）紧密围绕“竹材代塑结构调控与定向重组转化机制”这一核心科学问题，按上述主要研究内容设置4个课题，综合运用多学科研究方法，开展深入、系统研究，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及研究材料、数据和方法的共享。

（二）申请书的附注说明选择“竹材代塑结构调控与定向重组转化机制”，申请代码1选择C16的下属申请代码。

（三）咨询电话：010-62329321。

# “猪节粮高效性状精准调控模块解析与品种智能设计”

## 重大项目指南

我国生猪生产量和猪肉消费量占据全球的半壁江山，是我国畜牧业的支柱产业，目前仍面临种猪性能落后、生产效率低的产业问题。种猪性能是影响养猪效率的重要因素。从消化吸收、沉积分配和活动消耗的角度出发，提高能量消化吸收和沉积效率，减少能量消耗，让机体摄入的能量最大程度转化为骨骼肌生长，降低猪脂肪沉积，提高瘦肉率，是猪节粮高效性状改良的重要策略。然而能量消化吸收的调控机制，猪肌肉、脂肪的能量沉积调控及互作机制不清；猪活动量、生物钟的调控机制不明严重影响了猪节粮高效性状的育种效率提升。因此从猪能量消化吸收、靶向沉积分配和活动消耗的角度作为切入点，结合基因编辑等现代生物技术，培育节粮高效的猪新品种，是解决“人畜争粮”的有效方案，对保障我国粮食安全隐惠、促进我国养猪业可持续发展具有重要的战略意义。

### 一、科学目标

在全球粮食短缺、“人畜争粮”的背景下，以粮食安全和种源安全的国家重大需求和生猪产业高质量发展为出发点，针对猪生产节粮高效性状，利用遗传学、多组学和计算生物学等技术手段，鉴定猪能量消化吸收、靶向沉积分配和活动消耗的功能位点并解析其分子机制，精准定向设计猪分子育种模块，利用基因编

辑育种技术培育“高效节粮”猪育种新材料，进而促进生猪养殖业高质量发展，保障国家粮食安全。

## 二、研究内容

(一) 猪高效节粮性状的调控模块解析及关键基因鉴定。

(二) 能量高效消化吸收和靶向沉积分配的分子机制解析。

(三) 调节猪活动量、睡眠-觉醒周期的核心信号通路与分子机制解析。

(四) 节粮高效猪智能化育种技术体系建立与应用。

## 三、申请要求

(一) 紧密围绕“猪节粮高效性状精准调控模块解析与品种智能设计”这一主题，项目按上述研究内容设置4个课题，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

(二) 申请书的附注说明选择“猪节粮高效性状精准调控模块解析与品种智能设计”，申请代码1选择C17的下属申请代码。

(三) 咨询电话：010-62329105。

## “水产养殖无脊椎动物免疫记忆机制研究”重大项目指南

水产品为我国居民提供了 30% 以上的优质动物蛋白，是国家粮食安全保障体系中的重要组成部分。水产无脊椎动物是我国重要的水产养殖对象，占水产养殖总产量的 40% 以上，经济价值巨大，但病害频发制约了其产业的高质量发展。由于水产无脊椎动物缺乏适应性免疫系统，且主要养殖于开放或半开放水体，病害防控理论和技术手段匮乏。近年来，无脊椎动物免疫记忆（致敏）现象的发现颠覆了免疫学传统认知，也为水产养殖无脊椎动物的疫病防控提供了新思路。该现象与脊椎动物的免疫记忆相似，其特征为再次感染同样病原后宿主表现出更快更强的免疫反应，且死亡率显著降低。水产无脊椎动物缺乏免疫球蛋白和分化精细的 T/B 淋巴细胞，能借助其独特的固有免疫抵御病原侵染，且能根据过往免疫历史产生适应性变化，其免疫记忆机制与脊椎动物相比既不简单，也不雷同。开展水产无脊椎动物免疫记忆机制研究，将拓展和创新无脊椎动物免疫学理论，开发病害免疫防治新技术，是引领水产学科发展、支撑水产养殖业高质量发展、保障国家粮食安全的迫切需求。

### 一、科学目标

充分考虑我国水产养殖无脊椎动物的种类多样性及产业地位，选取经济价值和科学价值并重的贝、虾蟹和参为重点研究对象，结合其病害发生特点及免疫系统进化特征，聚焦水产养殖无

唐家林 华南农业大学

脊椎动物免疫记忆的机制开展研究，深入解析免疫记忆的分子和细胞基础，阐释神经内分泌和表观修饰对免疫记忆的调节机制，探索基于免疫记忆原理的病害免疫防控新途径，为水产养殖业的绿色高质量发展提供理论和技术支撑。

## 二、研究内容

（一）免疫分子对异物的特异性识别及其信号转导机制。

（二）免疫记忆中效应分子种类和功能多样性及其调控机制。

（三）血淋巴细胞在免疫记忆中的响应特征及命运决定机制。

（四）神经内分泌系统与表观修饰对免疫记忆的调节作用。

## 三、申请要求

唐家林 华南农业大学

（一）紧密围绕“水产养殖无脊椎动物免疫记忆机制研究”这一主题，项目按上述研究内容分别设置4个课题，课题间要有紧密、有机联系，研究内容互补，充分体现合作及材料、数据和方法的共享。

（二）申请书的附注说明选择“水产养殖无脊椎动物免疫记忆机制研究”，申请代码1选择C19的下属申请代码。

（三）咨询电话：010-62329105。