0836 生物工程

一、学科概况

生物工程是一个以人类生物产品需求为导向，融合生物学、化学、物理学和工程学的理论和方法，系统性地设计、优化和改造生物体系与功能，着重解决生命科学研究成果产业化所面临的技术与工程问题，推动生物产业健康发展的新兴学科。其任务是将生命科学的研究发现转化为实际产品或规模化过程或系统，以满足社会的需要。

生物工程因其独特的研究对象而有别于其他相关学科，其特点：一是借助于工程学技术，以生命科学研究成果为对象，以实现成果转化和应用为基本任务，从而使该学科具有明显工程化和产业化特征；二是通过基于生物学原理的创造和设计，紧密结合工程学的技术手段，大规模的生产出各种对人类有益的生物产品或达到某种目的，具有应用技能与理论设计、创造融合互生的学科特质；三是该学科在当代科学技术发展中广泛融合生命科学、化学以及物理学理论和工程技术问题，是基础科学与工程技术交叉最具特征的学科之一。

生物工程产业随着20世纪40年代起抗生素、氨基酸、有机酸、酶制剂等的工业化生产而逐步形成，早期以发酵产业为主。自20世纪70年代以基因重组技术和单克隆抗体技术为代表的现代生物技术的形成，为解决随之产生的工程与技术问题，生物工程进入了一个新的发展阶段，逐渐形成了发酵工程、细胞工程、酶工程、基因工程等研究理论与方法，生物工程于是成为了一个独立的学科，并随着生命科学的发展而迅速发展。生物工程正在成为发展最快、应用最广、潜力最大、竞争最为激烈的领域之一，也是最有希望孕育关键性突破的学科之一。而生物工程产业作为一个正在崛起的主导性产业，已成为产业结构调整的战略重点和新的经济增长点，将成为我国赶超世界发达国家生产力水平，实现后发优势和跨越式发展最有前途、最有希望的产业领域。

目前，生物工程学科定位清晰，学科内涵与人才培养目标明确，已经形成了一套特色鲜明、相对完善的科学理论和工程实践体系。

二、学科内涵

1. 研究对象 生物学及其相关科学技术的发展已经直接关系到人类所面临的粮食、健康、人口、资源和环境等重大问题的解决。生物工程学科的核心是研究和开发基于生物学理论基础上的系统工程技术问题。本学科的主要特征是利用细胞或酶特有的代谢和转化特性进行物质的加工与转化，运用现代生物技术对生物体与生物分子进行改造，建立优化的生物过程与工艺实现先进生物制造。

生物工程的服务对象遍及医药、食品、化工、能源、轻工、材料、环保等各个领域。细胞培养与代谢工程、生物催化与转化工程、合成生物技术与系统生物工程、生物制药与材料工程、生物资源与环境工程等高新生物工程技术已成为推动世界新技术革命的重要力量。随着基

因工程药物、基因治疗、转基因作物、生物材料、生物能源等一大批高科技含量的产品在市场显露出强大生命力，生物工程产生了巨大的社会效益和商业价值。由此，从学科定义、技术手段、学科任务和服务对象等多个方面看，生物工程学科均具有明确的学科内涵。

2. 理论 生物工程作为新兴的生物学和工程学的交叉学科，在生物学、物理学、化学和工程学的基础上，其理论体系发展迅速，除了基因工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、生物化学工程等理论与方法，新产生了代谢工程、生物催化与转化工程等技术体系，还形成了合成生物学、系统生物学、纳米生物技术等理论方法，并在不断完善和不断发展。生物工程强调各学科的相互融合交叉，并具有自身独特内涵的理论技术，如环境生物工程、农业生物工程、医药生物工程、工业生物工程等，这些都是生物工程理论的重要组成部分。

3. 知识基础 支撑生物工程学科体系的知识基础是生物学、物理学、化学和工程学，主要包括生物化学、分子生物学、细胞生物学、微生物学、遗传学、有机化学、分析化学、计算机技术、化学工程技术、生物信息学、计算生物学等分支学科知识。在此基础上形成了生物工程学科的专业知识，如基因工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、代谢工程、生物化学工程、系统生物学、生物分离技术、纳米生物技术等。因生物工程和应用领域相互融合交叉的加强，材料工程、环境工程、制药工程、食品工程等知识对生物工程学科发展也非常重要。

4. 研究方法 本学科旨在利用工程学技术和现代生物技术，以细胞培养与代谢工程、生物催化与转化工程、合成生物技术与系统生物工程、生物制药与材料工程、生物资源与环境工程为主要学科方向，实现生物工程产品创制及生物过程工艺优化放大。

通过基于生物学原理的创造和设计，对生命有机体按照预先设计的蓝图，在分子、细胞、组织和个体等不同层次上进行新的构思，结合工程学科的技术，在多学科有机整合的基础上，运用系统工程理论和方法，实现生物产品的大规模生产或达到环境生物治理等特定目的。

三、学科范围

生物工程一级学科设有5个学科方向：细胞培养与代谢工程、生物催化与转化工程、合成生物技术与系统生物工程、生物制药与材料工程、生物资源与环境工程。

1. 细胞培养与代谢工程 旨在利用动植物细胞与微生物的机能，或用重组DNA技术有目的地改造代谢途径，通过培养和发酵技术为人类生产有用的产品。本学科方向是生物工程的核心与支柱。

本学科方向包括细胞选育与遗传改造、细胞培养、代谢途径的重构、代谢流分析、培养过程的调控与优化、新型生物反应器的设计、生产工艺的放大、目标产品的分离提纯等，提升传统发酵工程技术。

细胞培养与代谢工程广泛应用于化学工业、医药、食品、能源、环境保护和农牧业等众多领域，为人类提供生物化学品、药品、食品、能源化学品等，解决医药、环境资源、能源和农业发展等实际问题。

2. 生物催化与转化工程 以生物催化和转化为核心技术，利用酶或细胞作为催化剂制造各种生物产品及化学产品，或者实现传统产品的生物绿色制造，满足人类的基本物质需求，减少化学产品制造的环境负荷。

本学科方向研究涉及生物分子的模拟分析与描述，基于基因工程和分子进化的生物分子设

和改造，工艺过程设计与优化等现代生物工程技术方法。

本学科方向主要包括生物催化剂（酶）工程、生物催化与转化过程工程、生物催化应用技术。主要研究内容为从头设计生物催化反应路线，并设计或筛选全新的酶（或细胞）催化；水相或非水相系统中的反应介质影响，生物催化反应选择性的定向调控，氧化还原反应中辅酶再生，以及生物催化反应与产物分离的耦合等；天然产物的生物转化，手性化合物的不对称合成和拆分，以及环境有害污染物的生物利用；生物反应器与设计，生物催化和转化工艺及其优化放大等。

3. 合成生物技术与系统生物工程 是在功能基因组学、计算生物学和系统生物学等基础上，将工程化理念应用在生物学中，通过生物系统的理性工程化设计，定向创造新型生物产品和实现生物过程的整体优化的工程学科。本研究方向是生物工程的重要发展方向和支撑体系之一。

合成生物技术与系统生物工程是将生物学原理与工程化理念相结合，依托功能基因组学，利用宿主系统、分子生物学技术和计算生物学模拟，系统挖掘和标准化生物工程相关元件，在整体上定向设计、优化新型生物产品和现有生物体系的科学与技术。

本学科方向包括比较功能基因组、代谢组学、蛋白组学、代谢网络模拟与重构、生物元件挖掘与鉴定、宿主生物构建、途径与系统设计、高效组装与过程整体优化、生物催化和生物分离过程的耦合和集成、生物工艺过程的系统放大和综合优化等。

合成生物技术与系统生物工程是生物工程新生长点，将广泛应用于医药、生物能源、环境保护等领域，解决健康、能源、粮食、环境等实际问题，提高生物产业核心竞争力。

4. 生物制药与材料工程 瞄准生物药物和生物材料的重大需求，利用基因工程、细胞工程、发酵工程、酶与蛋白质工程、生物载体构建技术等生物工程技术，实现生物药物及生物材料规模化制备及生产，并通过设计、改造等方法制备具有优良性质和功能的新型生物药物与生物材料。通过纳米生物技术实现生物药物分子或生物材料的纳米级分子制备。

本学科方向包括：（1）生物药物的设计、制备、分离、活性评价等上下游研究，包括生物药物的分子设计，生物药物高效表达策略，药物分离纯化的新方法和新工艺，表达产物的规模化制备，表达产物的生物活性评价，药物规范化质量标准研究等；（2）生物工程技术在生物材料的开发与应用方面研究，涉及人体组织体外构建，可降解生物材料，可注射生物材料，生物传输体系，智能生物材料等；（3）纳米生物药物、纳米生物材料的研究与应用，包括纳米生物药物的制备与缓释，纳米固定化酶的研制与应用，纳米生物材料、纳米生物器件的研究与应用，新型纳米生物载体的研制与开发等。

5. 生物资源与环境工程 瞄准生物资源的高效与可持续利用和生态环境安全的重大需求，以高效利用天然生物资源和采用现代生物技术解决资源加工与环境工程问题为核心，通过天然或设计改造的生物体或生物分子处理重要环境污染物，修复生态环境，开发可再生能源，实现生物资源的高效与循环利用。

本学科方向涉及天然生物资源的挖掘与生物体的设计改造，工艺过程流程分析、环境生物分析与监测等生物工程技术方法。主要包括：资源与环境生物的设计与改造，如污染物的高效降解基因工程菌的构建，抗污染转基因植物的创造等；环境生物分析、监测与生物处理技术；污染环境生物修复；废弃物的生物转化与高效、循环利用；生物能源的开发，以及这几个层次

的技术在许多环境问题中同时交叉应用。

四、培养目标

1. 硕士学位 了解本学科及现代生命科学等相关学科领域的现状和发展趋势，具有一定创新能力和团队精神及从事生物技术和生物工程方面的科学研究能力和解决实际工艺与工程技术问题的能力。能够从事新技术与新产品研发，可胜任生物工程相关企事业单位的专业性工作，也可进一步攻读相关学科的博士学位。

2. 博士学位 熟悉本学科及现代生命科学等相关学科领域的现状和发展趋势，具有较强创新能力和团队精神及独立从事生物技术和生物工程方面的科学研究能力和解决实际工艺与工程技术问题的能力，在本学科某一领域或方向有深入研究。是能承担高等院校、科研院所、企业和相关领域的教学、科研和产业技术研发及管理的高端研究型人才。

五、相关学科

生物工程学科是在生物学和工程学交叉融合的基础上发展起来的，与其相关的一级学科主要有生物学、化学、药学、化学工程与技术、轻工技术与工程、环境科学与工程等。

六、编写成员

邓子新、白林泉、卢艳花、李玉花、陈国强、张元兴、张雪洪、钟建江、顾红雅、韩鲁佳、王业民。