

生物工程类教学质量国家标准

1 概述

生物工程是应用生物学、化学和工程技术等方法，按照人类需要利用、改造和设计生物体的结构与功能，从而经济、有效、规模化地制造各种产品，是以生物技术研究成果为基础、借助工程技术实现产业化为基本任务的工学学科。生物工程广泛应用于化工、医药、食品、农业、能源、资源和环境等领域，是一门生物学、化学、化工、机械工程、自动化技术、材料科学等多学科交叉的新兴工程学科。上游学科生物科学和生物技术的迅猛发展为生物工程奠定了良好的生物学基础。

当前，人类面临如健康、资源、环境、粮食、能源等诸多亟待解决的问题，而这些问题的解决均有赖于生物工程产业的发展与支撑。生物工程产业利用不同的生物体及加工体系，既能每年几万吨大规模生产氨基酸等生物产品，也可以制备百克级蛋白质等大分子药物。因此生物工程的研究对象包括微生物细胞、动物细胞、植物细胞以及生化物质等，生物工程专业不仅涉及生物工程设备、生物生产工艺、工厂设计、自动化控制等宏观工程内容，也涵盖基因、酶、细胞、代谢途径与代谢调控等分子水平微观工程内容。上述生物工程专业内容主要可分为基因工程、发酵工程、生化工程、蛋白质与酶工程、细胞工程等部分，其中基因工程是现代生物工程的核心。

近年来，生命基础学科发展推动了诸如合成生物学、系统生物学等新兴学科的发展，也推动了基因工程蛋白质、抗体疫苗、生物制品、天然植物活性成分等产品的规模化生产需求，从而催生了新兴生物工程产业，其特点表现为高附加值、小规模、低市场容量。而以抗生素、酶制剂、维生素、有机酸、氨基酸、天然药物、大宗生化产品等产品为基础的传统生物工程产业，其生产规模仍在继续扩张，对技术转型升级提出了更高要求。生物工程产业的新发展动向对我国生物工程人才培养提出了新的要求。生物工程专业教育应充分认识生物工程专业的工程应用性强的特点，并重视上述新发展动向和趋势，要求学生不仅要掌握扎实的生物学、工程学基础理论和生物工程专业基础知识，而且还要接受严格的实验技能训练与工程实践环节训练，使学生具备较强的工程应用能力，成为合格的生物工程专业人才，能够适应生物工程产业的进步与发展，为生物工程相关领域发展做出贡献。

2 适用专业范围

2.1 专业类代码

生物工程类（0830）

2.2 本标准适用的专业

生物工程（083001）

生物制药（083002T）

3 培养目标

3.1 专业类培养目标

生物工程类专业的培养目标是通过各种教育教学活动培养德、智、体、美全面发展，具有健全的人格，正确的世界观、人生观和价值观，具备良好的人文社科基础知识和人文修养。具备生物学与工程学基本知识、掌握生物产品大规模制造的科学原理，熟悉生物加工过程流程与工程设计等基础理论和技能，能在生物工程领域从事设计、生产、管理和新技术研究、新产品开发的高素质专门人才。

3.2 学校制定专业培养目标的要求

各高校应根据上述培养目标和自身办学定位，结合各自专业基础和学科特色，在对生物工程前沿、国家及区域发展需求、生物产业相关领域的行业特点以及学生未来发展需求进行充分调研和系统分析的基础上，以适应生物工程以及国家和社会发展对多样化人才培养需要为目标，细化人才培养目标的内涵，准确定位各高校生物工程专业的人才培养目标。

各高校还应根据科技及经济、社会持续发展的需要，对人才培养质量与培养目标的吻合度进行定期评估，建立适时调整专业发展定位和人才培养目标的有效机制。

4 培养规格

4.1 学制

4年。

4.2 授予学位

工学学士。

4.3 参考总学时或学分

一般要求：总学分=课程总学分（不少于140学分）+实践环节课程〔军训+工程技术技能训练+认识实习与生产实习+科研训练+毕业设计（论文）（不少于25学分）〕。总学分不低于165学分，但不高于180学分，其中总的实践环节不少于25周。各高校根据办学实际也可对学分与学时进行适当调整。各课程的最少学时数或实验时间，各高校应考虑课堂讲授、网上学习、自学等不同学习形式的差别而制定。

4.4 人才培养基本要求

4.4.1 思想政治和德育方面

按照教育部统一要求执行。

4.4.2 业务方面

(1) 系统掌握生物工程的基础知识和基本理论。

(2) 熟练掌握发酵工程、基因工程、生物反应工程、生物分离工程、生物工程设备等生物工程实验与操作的基本技能。

(3) 掌握本专业类所需的数学、物理学、化学、信息学、化学工程等学科的基本知识，掌握扎实的生物学相关基础知识。

(4) 熟悉生物工程及其产业的相关方针、政策和法规。

(5) 初步掌握生物工程研究的方法和手段，初步具备发现、提出、分析和解决生物工程相关问题的能力。

(6) 具备良好的自学习惯和能力、较好的表达交流能力、一定的计算机及信息技术应用能力，自主学习、自我发展能力。

(7) 具有一定的国际视野、一定的外语应用能力和跨文化交流与合作能力。

(8) 具有一定的创新意识、批判性思维和可持续发展理念，具有生物工程实践和技术革新的能力。

各高校可根据自身定位和人才培养目标，结合学科特点、行业和区域特色以及学生发展的需要，在上述业务要求的基础上，强化或者增加某些方面的知识、能力和素质要求，形成生物工程人才培养特色。

4.4.3 体育方面

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

5 师资队伍

5.1 师资队伍数量和结构要求

专任教师数量和结构满足本专业教学需要，生师比不高于15:1。

新开办专业至少应有 15 名专任教师，在 120 名学生基础上，每增加 20 名学生，应增加 1 名教师。

专任教师中具有硕士、博士学位的比例不低于 85%。

专任教师中具有高级职称的比例不低于 30%。

35 岁以下专任教师应具有相关专业硕士及以上学位，实验技术人员应具有相关专业本科及以上学历。

生物工程专业为工学专业，因此在教师构成上必须保证有不低于 30% 的工程背景的教师，具体各高校可根据自身特点进行适当的配置。

5.2 教师的职业素质要求

具有生物工程、生物学或相关学科的教育背景，准确把握高等教育的教育教学规律，系统了解生物工程专业的专业知识和专业技能，熟练运用现代教育理念和教学技术，掌握生物工程学科与产业发展的最新动态。

忠实履行教师岗位职责，教书育人，从严执教，为人师表。教师的课堂教学、实践指导总体上能满足人才培养目标的要求，教学效果较好，学生基本满意。积极参与教学研究、教学改革和课程建设，积极参与教师专业发展。熟练地运用现代教学手段，并与传统教学方法相结合，不断探索更新教学内容及其表现形式，提高课堂教学效果。重视对教学法的研究，提高授课水平。

积极参与科学研究，开展产学研合作，严谨治学，遵守学术道德规范，有较为稳定的科研方向，并取得一定的科研成果。科研与教学紧密结合，科研促教学成效明显。

5.3 教师发展制度环境

各专业应建立基层教学组织，健全教学研讨、老教师传帮带、集体备课和教学难点重点研讨等机制，并为教师提供良好的工作环境和工作条件。

加强教师专业职业资格和任职经历的培养，实施教师上岗资格制度、青年教师助教制度、青年教师任课试讲制度；确保正副教授必须为本科生上课的制度；实施青年教师培养计划，强化青年教师工程能力培养，建立高效的青年教师专业发展机制，使青年教师能够尽快掌握教学技能，传承学校优良教学传统。建立健全助教制度，根据课程特点和学生人数配备适量的助教，协助主讲教师指导实验、批改作业、进行答疑，以获得更好的教学效果。

鼓励和支持教师开展教学研究与教学改革、学术研究与交流以及社会服务等工作。加强教育理念、教学方法和教学技术培训，提高专任教师的教学能力和教学水平。

设置教学质量保证和监控体系，促进教学管理的科学化和规范化，建立科学合理的教学绩效考评机制。

6 教学条件

6.1 教学设施要求

6.1.1 办学条件

生物工程专业的办学条件参照教育部相关规定执行。

6.1.2 生物工程教学实验室

实验室建设及环保要求符合国家规范标准。基础课程实验室应达到一定的要求，每个学生拥有的实验仪器设备数量、专业实验室仪器设备的固定资产总额、开设实验内容等，各高校可根据自己的生物工程专业办学特色和具体情况有所侧重，但必须符合生物学、化学、生物工程等实验课程和实验室设施规定要求。生物工程专业实验室必须设有普通生物学、微生物学、生物化学、细胞生物学、化工原理等相关实验室和基因工程、发酵工程、生物反应工程、生物分离工程等生物工程专业实验室。固定资产总额应达到 500 万元以上，并随着学科发展及物价水平的变化，适时增加必需的仪器设备及人均实验经费。专业实验室应根据生物工程专业特点配备能保证学生单独实验或小组实验完成实验教学大纲规定实验所需的一系列配套仪器设备。

(1) 生均使用面积不小于 2.5 平方米。

- (2) 照明、通风设施良好，水、电、气管道及网络走线等布局安全、合理，符合国家规范。实验台应耐化学腐蚀，并具有防水和阻燃性能。
- (3) 实验室消防安全符合国家标准。应配备防护眼罩，装配喷淋器和洗眼器，备有急救药箱和常规药品，具有应急处理预案。
- (4) 实验室压力容器的使用和管理应符合国家标准。
- (5) 具有符合环保要求的三废收集和处理措施。实验室噪声低于 55 分贝，具有通风设备的实验室，噪声应控制在 70 分贝以下。
- (6) 化学品、生物制品、生化试剂的购置、存放和管理符合国家有关规定。

6.1.3 生物工程教学实验仪器

(1) 基本要求

生均有教学科研仪器设备值 5 000 元以上；基础实验仪器设备配备 1 人 1 套，专业基础实验仪器设备配置 2 人 1 套，专业实验仪器设备配置 4~5 人 1 套。

(2) 运行要求

仪器设备完好率要保证在 95% 以上，运行维护费要保证占仪器设备总值的 3% 以上。

(3) 更新要求

一般情况下，机电设备平均年更新改造率要保证在 8% 以上，电子仪器 10% 以上，计算机 20% 以上。

6.1.4 实验教师配备

每名教师（不含教学辅助人员）同时指导学生实验人数不能超 32 人（实验自然班），并配备必要的教辅人员。

6.1.5 实践基地

(1) 实习与实训基地

各高校应根据本校生物工程专业特色和学生的就业去向，与科研院所、学校、行业、企业加强合作，在校内外建立相对稳定、具有特色的专业实习与实训基地，满足本专业人才培养的需要。通过工厂、企业的实习让学生更加了解生产的实际情况，为解决生产问题打下基础。

(2) 科技活动基地

建设有大学生科技创新活动的基地，有一定数量的开展因材施教、开发学生潜能的科技创新项目。

6.2 信息资源要求

6.2.1 基本信息资源

通过手册或者网站等形式，提供本专业类的培养方案，各课程的教学大纲、教学要求、考核要求，毕业审核要求等基本教学信息。

6.2.2 教材及参考资料

选用具有代表性、符合教学大纲或专业规范的教材。公共课程、专业基础课程、专业课程教材及实验指导书应为正式出版物，但各高校可根据学科优势和特色，选择部分符合教学基本要求的自编教材或讲义，以及相应的实验实习指导书讲义。有条件的学校可选择反映国际水平的外文版教材，积极稳妥地开展双语或全英语教学。有条件的学校应该积极组织高水平教师编写教材。在重视纸质教材建设的同时，加强多媒体网络等教学资源建设。

6.2.3 图书信息资源

根据生物工程专业建设、课程建设和学科发展的需要，加强图书资料建设。注重制度建设和规范管理，保证图书资料采购经费的投入，使之更好地为教学科研工作服务。图书资料应包括纸质、光盘、录像、数据库等各种载体的中外文期刊和图书资料。

6.3 教学经费要求

6.3.1 生均年教学运行费

按照教育部相关规定，不少于 20% 的学费直接用于教学。根据培养目标和生物工程学科的快速发展

特点，教学经费能够保障人才培养的需要，且随教育事业经费的增长稳步增加。

6.3.2 新增教学科研仪器设备总值

平均每年新增教学科研仪器设备值不低于设备总值的 10%。凡教学科研仪器设备总值超过 500 万元的专业，平均每年新增教学科研仪器设备值不少于 50 万元。上述数据须根据当年物体总水平适当调整。

6.3.3 新专业开办的仪器设备价值

新开办的生物工程专业，教学科研仪器设备总值不少于 500 万元，且生均教学科研仪器设备值不少于 5 000 元。

6.3.4 仪器设备维护费用

专业年均仪器设备维护费不低于仪器设备总值的 1%。

7 质量保障体系

各专业应在依托学校和学院相关规章制度、质量监控体制机制建设的基础上，结合自身定位，建立专业教学质量监控和学生学习状态及发展跟踪机制。

7.1 教学过程质量监控机制要求

应对主要教学环节（包括理论课程、实验课程等）建立质量监控机制，使主要教学环节的实施过程处于有效监控状态；各主要教学环节应有明确的质量要求；应建立对课程体系设置和主要教学环节教学质量的定期评价机制，评价时应重视学生与校内外专家的意见。

对培养方案制定、教学大纲编制与教材选用、课堂教学、课程考核、实验教学、专业实践与实习、毕业设计（论文）、学生课外科研训练、实验室建设以及校外专业实践与实习基地建设等主要教学环节与教学场所，以及教师的教风和学生的学风有明确的质量标准和教学要求，监督和保障到位。

7.2 毕业生跟踪反馈机制要求

应建立毕业生跟踪反馈机制，及时掌握毕业生就业去向和就业质量、毕业生职业满意度和工作成就感、用人单位对毕业生的满意度等；应采用科学的方法对毕业生跟踪反馈信息进行统计分析，并形成分析报告，作为质量改进的主要依据。

7.3 专业的持续改进机制要求

应建立持续改进机制，针对教学质量存在的问题和薄弱环节，采取有效的纠正与预防措施，进行持续改进，不断提升教学质量。

定期举行学生评教和专家评教活动，及时了解和处理教学中出现的问题；定期开展专业评估，及时解决专业发展和建设过程中的问题；定期举行毕业生、用人单位意见征求活动，吸纳行业、企业专家参与专业教学指导工作，形成定期修订完善培养方案的有效机制。

附录 1 生物工程类专业知识体系和核心课程体系建议

1 专业类知识体系

1.1 知识体系

1.1.1 通识类知识

除国家规定的教学内容外，人文社会科学、外语、计算机与信息技术、体育、艺术、工程基础、学科导论等内容由各高校根据办学定位和人才培养目标确定。学科导论应讲授本专业发展历史和现状。

1.1.2 学科基础知识

主要包括大学数学（含微积分、线性代数、概率论与数理统计）、大学物理、化学和大学计算机。化学主要包括无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等基础知识。设置数学在生物工程领域应用的内容，如生物工程数学模型。

数学、物理学、化学和计算机的教学内容应不低于教育部相关课程教学指导委员会制定的基本要求。各高校可根据自身人才培养定位提高数学、物理学和化学的教学要求，以加强学生的相关基础。

1.1.3 专业知识

专业知识体系由知识领域、知识单元和知识点三个层次组成。知识领域代表一个特定的学科子领域。知识领域又被分割成知识单元，代表各个知识领域中的不同方向。知识单元又分为核心知识单元和非核心知识单元。核心知识单元是该专业教学中必要的最基本知识单元；非核心知识单元是核心知识单元的补充和扩展。核心知识单元的选择是最基本的共性教学规范，非核心知识单元的选择体现各校的优势与特色。

生物工程专业核心知识领域应包括生命的化学基础，细胞的结构、功能及重要生命活动，生物体的结构、功能及生物多样性，微生物的特征与代谢，生物与环境，化工原理，生物工程的原理与应用 7 个知识领域。各知识领域所包含的知识单元见附表。（表中括号内数字为建议学时数）

附表 生物工程专业核心知识领域和知识单元

知识领域	核心知识单元（共 432 学时）
生命的化学基础（96）	1. 生命的基本化学分子；2. 糖类化学；3. 脂类化学和生物膜；4. 蛋白质化学；5. 核酸化学；6. 酶化学；7. 维生素与辅酶；8. 激素及其受体介导的信息传导；9. 生物能学及生物氧化；10. 糖代谢；11. 脂代谢；12. 蛋白质分解代谢和氨基酸代谢；13. 核酸的分解代谢和核苷酸代谢；14. DNA 的复制；15. DNA 的损伤与修复；16. DNA 的重组；17. RNA 的生物合成；18. 转录后加工；19. 蛋白质的生物合成；20. 原核生物的基因表达调控；21. 真核生物的基因表达调控
细胞的结构、功能及重要生命活动（32）	1. 细胞的统一性与多样性；2. 细胞表面结构；3. 细胞外基质；4. 真核细胞内膜系统；5. 线粒体与叶绿体；6. 蛋白质分选和囊泡运输；7. 细胞骨架；8. 细胞核与染色体；9. 细胞连接与信号转导；10. 细胞分化与凋亡
生物体的结构、功能及生物多样性（32）	1. 植物的组织、器官与功能；2. 植物的物质与能量代谢；3. 植物的生长发育及其调控；4. 动物体的组织、器官与特征；5. 动物的生长发育及其调控；6. 生物的多样性；7. 生物分类的原则与方法；8. 植物与动物的主要类群；9. 动植物资源的开发与利用
微生物的特征与代谢（48）	1. 微生物的分离和培养；2. 微生物的结构与功能；3. 微生物的营养、生长和控制；4. 微生物代谢及其调控；5. 传染与免疫；6. 微生物的多样性
生物与环境（16）	1. 生态学基本概念；2. 种群生态学；3. 群落生态学；4. 生态系统生态学；5. 资源利用与可持续发展
化工原理（64）	1. 流体流动；2. 流体输送机械；3. 过滤与颗粒的沉降；4. 传热；5. 气体吸收；6. 精馏；7. 气液传质设备；8. 液液萃取；9. 固体干燥
生物工程的原理与应用（144）	1. 基因工程；2. 发酵工程；3. 生物反应工程；4. 生物分离工程；5. 生物工程设备

知识领域及其知识单元，代表获得生物工程专业学士学位必须具备的知识。核心知识单元是该专业知识体系和组建课程的最基本要求。各高校可以根据具体情况自行选择非核心知识单元。核心单元可安排在本科阶段的专业基础课程中，也可安排在专业课程（含专业选修课程）中。核心的概念意味着必须具备的含义，而不限定它必须安排在哪些课程内。

附表中括号内学时数表示以传统方式在课堂上授课的时间（课时），应注意以下三点：

(1) 不限定授课方式。除传统的课堂授课方式以外，在教育技术与手段不断进步和教学资源信息化不断提高的情况下，应提倡研究型探究式教学等方式。采取这些教学方式，不一定用学时来衡量。为了便于统一与比较，本标准仍然采用学时作为单位。因此，学时与教学方式没有直接关系。

(2) 课时数不包含课外的时间，即不包含教师的准备时间和学生花在课堂外的时间。

(3) 建议每个知识单元的课时数为实现教学目标的基本课时数。各高校可以根据学校的特色等具体情况自行增减课时数。

1.2 主要实践性教学环节

主要包括专业类实践与实习、毕业设计（论文）、科研训练和工程训练等。

2 专业类课程体系

2.1 课程体系构建原则

知识体系给出了生物工程专业的知识框架，框架内的知识要通过课程教学传授给学生。各高校可根据本校的学科优势与实际情况，依据学生知识、素质、能力的形成规律和学科的内在逻辑关系，构建相应的课程体系，并形成办学特色。

课程教学包括理论教学和实验教学。课程可以按知识领域进行设置，也可以由1个以上知识领域构成1门课程，还可以从各知识领域中抽取相关的知识单元组成课程，但最后形成的课程体系应覆盖知识体系的核心知识单元。

2.1.1 专业理论课程要求

专业类课程分为专业基础课程、专业课程两个层次。专业基础课程用以奠定生物工程专业基础；专业课程是在掌握专业基础知识的前提下，根据本校所具有的特色与优势强化专业教育的课程，可设置为必修或选修。各核心知识单元应列入所修课程之中。

生物工程专业的课程中选修课程学时数应占25%以上。课程的具体名称、教学内容、教学要求及相应的学时、学分等教学安排，由各高校自主确定，并设置体现学校、地域或者行业特色的相关选修课程。

2.1.2 实验与实践课程要求

各类实践类教学环节所占比例应不低于25%。实验课程如化学、物理学、化工原理、生物学、专业实验等实验教学不少于450学时。实验教学中应加强实验室安全意识和安全防护技能教育，注重培养学生的创新意识和实践能力。

实验教学中，应构建基础实验—综合性实验—研究性实验的多层次实验教学体系，其中综合性实验与研究性实验的学时不少于总实验学时的20%。经过实验、实践教学的培养与训练，学生应具备独立完成规定内容的操作能力。

欲获得生物工程专业学士学位的学生，须通过毕业设计（论文）的过程，形成从事科学研究工作或担负专门技术工作的初步能力。毕业设计（论文）应安排在第四学年进行，原则上为1个学期。

2.2 核心课程体系

核心课程体系是实现生物工程专业人才培养目标的关键。各高校应根据人才培养目标，将专业核心知识领域的内容组合成核心课程，并适当增加本校研究或应用特色内容，形成专业核心课程体系。核心课程的名称、学分、学时和教学要求及课程顺序等由各高校根据学科的内在逻辑顺序和学生的知识、素质、能力形成的规律自主确定。

专业理论课程可以参照以下建议的名称设置。

专业基础核心课程：普通生物学、生物化学、细胞生物学、化工原理、微生物学。

专业核心课程：基因工程、发酵工程、生物反应工程、生物分离工程、生物工程设备等。

3 人才培养多样化建议

本专业类各办学高校应根据生物工程专业类型、学校办学层次及学生未来就业和发展的需要，明确人才培养理念，构建特色培养模式，建立与之相适应的课程体系和教学内容，强化某些方面的知识、素质和能力培养，以适应学生多样化发展的需要，使学生能够胜任相关学科和行业发展的需要。

附录 2 有关名词释义和数据计算方法

1 名词释义

(1) 专任教师

指从事生物工程专业教学的全职教师。为生物工程专业承担数学、物理学、化学、计算机和信息技术、思想政治理论、外语、体育、通识教育等课程教学的教师，以及为学校其他专业开设生物类公共课的教师和担任专职行政工作（如辅导员、党政工作）的教师均不计算在内。如果有兼职教师，计算教师总数时，每 2 名兼职教师折算成 1 名全职专任教师。

(2) 主讲教师

指每学年给生物工程专业本科生主讲课程的教师，给其他层次的学生授课或者仅仅指导毕业设计（论文）、实践教学等的教师不计算在内。

2 数据计算方法

(1) 折合在校生数

折合在校生数=普通本、专科（高职）生数+硕士生数×1.5+博士生数×2+留学生数×3+预科生数+进修生数+成人脱产班学生数+夜大（业余）学生数×0.3+函授生数×0.1。

(2) 生师比

生师比=折合在校生数/教师总数（教师总数=专任教师数+聘请校外教师数×0.5）。

(3) 学时与学分的折算办法

本标准的理论课程教学按 16~18 学时计 1 学分；实验课程教学按 32~36 学时计 1 学分；实践性环节、毕业论文（设计）环节按每周计 1 学分的方法参考计算。