

# 生物化学课程思政教学之实践探索 ——以“核酸的结构与功能”教学单元为例

石现丽<sup>1</sup>, 唐珊<sup>2</sup>, 杨泽民<sup>1</sup>, 王伟章<sup>1</sup>, 崔炳权<sup>1</sup>, 何震宇<sup>1\*</sup>

1. 广东药科大学基础医学院, 广州番禺区大学城外环东路280号, 广东广州510006;
2. 广东药科大学生命科学与生物制药学院, 广州番禺区大学城外环东路280号, 广东广州510006

DOI: 10.62836/jer.v4n1.1011

**摘要:** 在国家全面推进课程思政建设的背景下, 理工、医药学科专业课程承担着知识传授与价值塑造的双重使命。生物化学作为生命科学核心课程, 蕴含丰富的科学精神、家国情怀与伦理责任元素。本文以“核酸的结构与功能”教学单元为实践载体, 系统挖掘其思政内涵, 并通过案例渗透、多维互动等教学策略以实现核酸结构原理讲授与学术规范培育的深度嵌合、技术演进规律与家国情怀塑造的双向联动、学科前沿进展与伦理判断能力训练的有机统一, 旨在为理工、医药学科专业课程提供可迁移的思政教育范式。

**关键词:** 生物化学; 课程思政; 核酸结构; 价值引领; 教学改革

## Exploration of Ideology and Politics Education in Biochemistry——Taking the “Structure and Function of Nucleic Acids” as an Example

Xianli Shi<sup>1</sup>; Shan Tang<sup>2</sup>; Zemin Yang<sup>1</sup>; Weizhang Wang<sup>1</sup>; Bingquan Cui<sup>1</sup>; Zhenyu He<sup>1\*</sup>

1. School of Basic Medical Sciences, Guangdong Pharmaceutical University, No. 280 Waihuan East Road, Higher Education Mega Center, Panyu District, Guangzhou, 510006, Guangdong;
2. School of Life Sciences and Biopharmaceutics, Guangdong Pharmaceutical University, No. 280 Waihuan East Road, Higher Education Mega Center, Panyu District, Guangzhou, 510006, Guangdong

**Abstract:** Under the national initiative to comprehensively advance curriculum-based ideological and political education, science, engineering, and medical disciplines bear the dual mission of knowledge dissemination and life value cultivation. Biochemistry, as a core course in life sciences, inherently embodies rich elements of scientific spirit, national identity, and ethical responsibility. Taking the teaching unit “Structure and Function of Nucleic Acids” as a practical case, this paper systematically explores its ideological and pedagogical dimensions. Through strategies such as case integration and multidimensional interaction, it aims to achieve deep integration of theoretical instruction in nucleic acid structure with the cultivation of academic integrity, bidirectional linkage between the

\* 本文由项目: 广东药科大学2024年校级课程思政改革示范课程-生物化学(51307561087)资助。

作者简介: 石现丽, 女, 1986-06生, 博士, 广东药科大学, 基础医学院, 讲师。

historical progression of technology and the fostering of patriotism, and organic unity of cutting-edge disciplinary advances with training in ethical judgment. The study seeks to provide a transferable model for ideological and political education in science, engineering, and medical courses.

**Keywords:** Biochemistry; ideology and politics education; nucleic acid structure; patriotism cultivation; teaching reform

## 1 引言

教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》明确指出，高校人才培养是育人育才相统一的过程。构建高水平人才培养体系需贯通思想政治工作体系，着力推进课程思政建设，破解专业教育与思政教育“两张皮”难题。必须坚持以人才培养为核心，围绕高水平体系建设，系统性完善课程思政的工作机制、教学架构与内容设计[1]。理工、医药学科课程需注重科学思维训练与科技伦理教育，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。

生物化学研究生命分子基础，其技术应用（如基因编辑、核酸检测）深刻影响社会发展和伦理规范，其思政建设承载着培养新时代科技伦理观与创新使命的关键职能。当前亟需构建契合学科特质的思政资源体系。核心任务在于突破表层化素材堆砌，深度开掘学科知识蕴含的辩证思维与责任伦理。同步建立动态化、结构化的教学案例库，以生物分子作用逻辑为骨架，有机整合技术攻坚史鉴与伦理决策范式，形成可适配不同教学场景的资源矩阵。本文以“核酸的结构与功能”教学单元为例，发掘出若干思政元素案例，并设计了课程教学方案，以期对理工、医药学科课程思政提供可推广的范式。

## 2 “核酸的结构与功能”教学中的思政元素挖掘

### 2.1 科学探索精神

案例：DNA双螺旋结构发现中的科学探索精神

典范

沃森与克里克对DNA双螺旋结构的揭示，集中体现了科学家在探索未知中的创新胆识与协作智慧。面对复杂的分子构型难题，二人突破传统生物学框架，创造性引入X射线晶体学（富兰克林未发表的Photo 51数据）与化学键角理论（鲍林的蛋白质 $\alpha$ 螺旋启示），通过分子模型拼装实现认知跃迁[2]。其过程更彰显逆境中的坚持：1951年首次构建的三螺旋模型因碱基朝向错误遭学界质疑，二人通过重新计算氢键能值、修正糖-磷酸骨架走向，历时18个月终获突破[3]。这一里程碑启示学生：重大创新源于对既有范式的勇敢扬弃，更植根于在实验失败中淬炼的认知韧性。正如《科学》杂志纪念特刊所言：“双螺旋的优美曲线背后，是两位青年科学家在认知迷雾中凿光前行的精神史诗”。

### 2.2 家国情怀与科技自强

案例1：基因测序国产化：科技自立的精神丰碑  
中国高通量测序仪的破壁之路，镌刻着科研工作者“十年磨一剑”的战略定力与“从零突破”的创新胆魄。面对Illumina的专利封锁，华大通过反向工程解析关键技术，创新开发DNA纳米球（DNB）技术，成功绕开技术壁垒。其DNBSEQ-T20平台2025年全球装机量突破3000台[3]，使测序成本降至每基因组5美元。当国产设备走进国际顶级实验室，这些里程碑宣告：核心技术自主权绝非馈赠，而是源于对科学原理的深度敬畏与对创新自主的誓死捍卫。这一征程昭示的攻坚哲学：科技自立从无一捷径，唯有深潜基础研究、勇闯“无人区”，才能在至暗时刻点燃希望之火。它向学生传递的不仅

是技术突破的喜悦，更是“将关键命脉掌握在自己手中”的骨气与志气——这恰是“核酸的结构与功能”教学最厚重的价值注脚：读懂碱基密码，更要铸就科技自立的精神密码。

#### 案例2：核酸检测：科技为民的生命保卫战

新冠疫情中，核酸检测技术从实验室走向街头巷尾，成为生物化学服务人民的生动典范。我国科学家依托核酸杂交与扩增原理，7天内研发出首款获批检测试剂，3个月实现检测通量从每日千例到百万级的飞跃[4]。从华大基因“火眼实验室”的极速搭建，到社区15分钟核酸采样圈的覆盖，这项技术将RNA逆转录-cDNA扩增-荧光检测的复杂流程，转化为守护亿万人健康的“安全盾牌”。这一实践深刻昭示：生物化学绝非禁锢于课本的分子符号，而是能在民族危难时熔铸为科技铠甲。当学生在实验中操作PCR仪时，那些复现的退火、延伸步骤，曾真实地加速了疫情阴霾的消散——这正是“把论文写在祖国大地上”的绝佳注脚：核酸结构的精密规律（如引物-模板精准匹配），终将转化为“人民至上、生命至上”的技术温度。

### 2.3 伦理意识与社会责任

案例1：基因编辑的伦理边界：科技向善的法治警醒

CRISPR-Cas9技术凭借其靶向切割的分子剪刀特性（gRNA引导的DNA精准定位），开启了疾病治疗新纪元，却也引发伦理深渊的隐忧。2018年“基因编辑婴儿事件”中，贺建奎团队违反《赫尔辛基宣言》基本原则，对CCR5基因进行可遗传编辑，暴露技术滥用风险。2024年WHO《人类基因组编辑管治框架》修订案更明确划定红线：可遗传编辑暂禁临床应用，体细胞治疗需经国家级伦理审查[5]。欧盟《人工智能法案》更将基因数据列为“最高风险类别”，要求算法决策透明化。

这一争议揭示的核心命题：当核酸的序列操纵能力突破自然界限，科技向善必须依托法治刚性约束。正如Cas9蛋白的PAM识别序列（5'-NGG-3'）构成靶向切割的“分子锁”，社会亟需构建“伦理PAM识别机制”——以《生物安全法》为法律支架，以

三级伦理审查为操作规范，确保技术创新不逾越人类尊严底线[6]。这恰是生物化学教育的深层使命：在讲授基因编辑分子机制时，同步植入对生命伦理的敬畏之心。

#### 案例2：基因隐私保护：科技时代的人性守护

随着基因检测技术的普及，核酸序列承载的遗传信息正从医学数据蜕变为社会身份标签。美国《反基因歧视法案》的诞生，源于数万民众因BRCA1基因突变遭保险拒保的悲剧[7]；23andMe公司2023年数据泄露事件更导致690万人遗传数据在黑市流通。这些案例揭示：当核酸的碱基排列成为可被量化的“生物身份证”，技术红利背后潜藏歧视泛化与隐私崩塌的双重危机。我国应对实践彰显制度温度：2021年《个人信息保护法》将基因数据列为“敏感个人信息”，设定“单独同意+脱敏处理”双重保障[8]；深圳率先成立基因伦理委员会，叫停天赋基因检测商业化项目。

这昭示生物化学教育的深层使命：在讲授“核酸一级结构测定技术”时，要强化同步培育数据主权意识与反歧视担当——正如DNA双链的互补依存，技术进步需与人文关怀相生相济。引导学生思考：如何让基因科技既解读生命密码，又守护人性尊严？

## 3 思政融入教学设计方案

### 3.1 教学目标

知识目标：掌握核酸一级、二级结构特点、理化性质（变性、复性、杂交）及应用。

能力目标：提升文献分析能力、批判性思维、伦理思辨能力。

价值目标：培育求真务实、协作创新的科学精神。

厚植科技报国、自强不息的家国情怀。

树立敬畏生命、坚守底线的科技伦理观。

### 3.2 教学策略设计

①DNA双螺旋结构发现中的科学探索精神典范

在课堂中，可以通过模型构建活动，让学生亲手体验科学家们如何通过跨学科合作与不断修正取



得突破。例如，根据键角参数和衍射数据组装分子模型，能够帮助大家更直观地理解实证与理论结合的研究方法。启迪学生思考：如果沃森和克里克在1951年第一次模型失败后就放弃，或者不愿采纳同行的重要数据，这一伟大发现可能将推迟多年[9]。归纳升华：科学探索不仅需要智慧，更需要坚持、诚信和团队协作——这些都是科学研究中最宝贵的品质。

## ②基因测序国产化：科技自立的精神丰碑

在课堂上，引出在Illumina垄断时期，我国在科研、医疗、农业等领域的基因数据生产和解读都受制于人，设备和试剂成本高昂。DNBSEQ的成功研发和应用，让我们拥有了自主可控的“生命测序仪”，不再被“卡脖子”。对比分析国产DNB(DNBSEQ)技术与国外主流技术(Illumina)的异同(如表1)，引导学生思考：科技自主创新之路到底应该如何走？通过这个案例，希望学生能够认识到：只有真正掌握核心原理，才能实现技术上的突破，把科技发展的主动权牢牢握在自己手中。

Illumina技术原理：①桥式扩增(建库)：将DNA片段加到流动槽上，槽底有锚定引物。DNA片段两端与引物结合，通过桥式PCR，在原地扩增成一个包含数千份相同DNA的“克隆簇”。②测序：加入四种不同颜色的荧光标记dNTP(A、T、C、G各一色)。聚合酶每次只掺入一个匹配的碱基，激光扫描，根据簇的颜色读出碱基。切除荧光基团和阻断基团，进行下一轮。

DNBSEQ技术原理：①DNA纳米球制备(建库)：将DNA片段环化成一个单链环。使用Phi29 DNA聚合酶进行滚环扩增，复制出一条极长的重复DNA链。这条长链自动折叠成一个高度致密的“DNA纳米球”。②测序(cPAS技术)：将DNB加载到有微孔的芯片上，规则排列。使用两种探

针：1)锚探针：固定在位置上，2)测序探针：带荧光标记和阻断基团。当测序探针的碱基与模板匹配时，DNA连接酶会将其与锚探针“缝合”在一起。成像后，切除荧光基团，进行下一轮[10]。

## ③核酸检测：科技为民的生命保卫战

核酸检测技术是生物化学知识服务社会的生动体现。试设想：如果没有这项技术，大规模疫情筛查将难以实现，疫情防控将会面临极其被动的局面。在教学中，可以通过探针设计实验和方舱实验室建设纪录片，让学生直观感受科技如何在关键时刻保障人民健康。中国在抗疫中快速部署核酸检测能力，充分体现了将科技成果转化为民生保障的重要价值——科技不仅要有高度，更要有温度。核酸检测，即实时荧光定量逆转录聚合酶链式反应(RT-qPCR)[11]，其核心使命是：在百万倍的人类基因背景中，精准地找到并放大特定的病毒RNA，从而判断样本中是否存在病毒[12]。整个过程就像一台高精度的“分子复印机”和一个“信号灯”，其核心流程与技术原理如下图1所示：

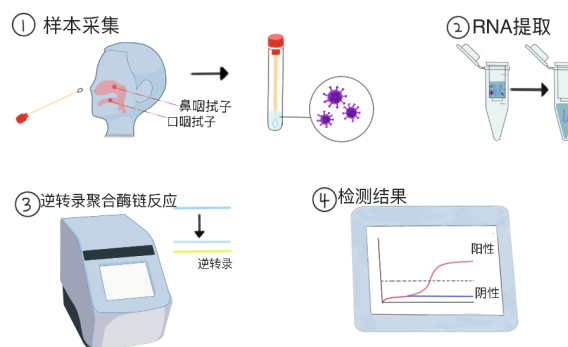


图1. 核酸采样及检测流程

上述流程依赖于以下几个关键角色：1)引物(Primers):专门设计的“定位器”，能精准识别并结合病毒基因的特异序列，为复制划定起跑线。2)探针(Probe):信号的“发令官”。它两端分别标记了报告荧光基团(R)和淬灭荧光基团(Q)。当两者靠

表1. 对比分析国产DNB(DNBSEQ)技术与国外主流技术(Illumina)的异同

对比项	Illumina	DNBSEQ	创新点与意义
模版	桥式PCR,原位成簇	滚环扩增,溶液成球	DNB规则排列,避免信号干扰,从源头上规避专利
生化反应	聚合酶+四色dNTP	聚合酶+连接酶+两色探针	cPAS是全新的生化路径,是绕开专利封锁的关键
酶	常规聚合酶	高保真Phi29聚合酶	核心原料自主,性能更优

近时，荧光被淬灭；当它们分离时，荧光发出。

3) 酶(Enzymes):逆转录酶，将病毒RNA“反转”成cDNA；Taq DNA聚合酶，在qPCR延伸阶段，它一边合成新链，一边发挥“剪刀”功能（5'→3'外切酶活性），切断探针[13]。4) 结果判读：Ct值，Ct值是核心判读指标，指荧光信号达到设定阈值所需的循环数[14]；Ct值小表示信号出现早，表示起始病毒载量高，判定结果为阳性；无Ct值或Ct值很大，表示起始病毒载量极低或没有，判定结果为阴性。通过这种将生物化学原理转化为强大检测工具的过程，核酸检测技术得以在疫情防控中扮演了至关重要的“生命守卫者”角色。

#### ④基因编辑的伦理边界：科技向善的法治警醒

基因编辑技术如CRISPR-Cas9为疾病治疗带来希望，但同时也提出了伦理和法律的新课题。贺建奎事件因违背伦理规范受到各界谴责，而CAR-T疗法则展示了负责任研究的价值。在教学中，可以引导同学们制作《科技向善合规路径图》（参考表2），通过正反案例对比，深入讨论科学研究应有的伦理底线。科技向善不仅需要技术突破，更需要法治意识和人文精神的指引，这才是科技进步的正确方向。

基因编辑核心技术CRISPR-Cas9源于细菌适应性免疫系统，其作用机制依赖于Cas9核酸酶与向导RNA（sgRNA）构成的复合物。在该系统中，sgRNA通过序列互补性识别并结合基因组中的特定DNA区域，引导Cas9蛋白定位至目标位点；随后Cas9发挥其内切酶活性，切割DNA双链，形成双链断裂（DSB）。细胞针对该断裂主要通过两种修复途径实现基因编辑：一是易错修复途径——非同源末端连接（NHEJ），通常导致基因敲除；二是

同源定向修复（HDR），在提供外源修复模板的条件下可实现基因的精准插入或修正（如图2）[15]。

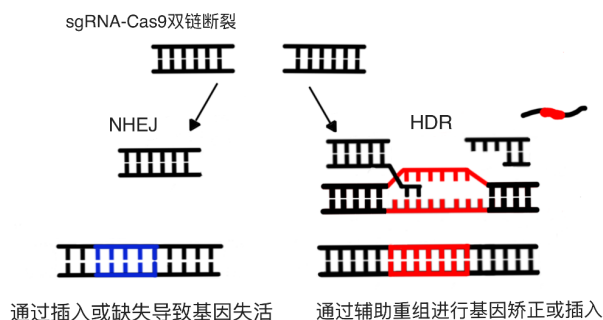


图2. CRISPR-Cas9技术通过NHEJ实现基因敲除/通过HDR实现精准的基因编辑示意图。

#### ⑤CAR-T疗法：基因编辑“向善”的典范

CAR-T疗法是基因编辑技术在免疫治疗中的成功应用，其核心是通过体外基因改造赋予T细胞靶向杀伤肿瘤的能力。该疗法首先从患者外周血中分离T细胞，随后利用基因编辑技术将编码嵌合抗原受体（CAR）的基因导入T细胞。CAR作为一种人工合成的受体，兼具抗原识别与T细胞激活功能，能够引导T细胞特异性识别肿瘤表面抗原。经体外扩增后，CAR-T细胞回输至患者体内，通过其CAR结构靶向识别并清除表达相应抗原的肿瘤细胞，从而实现精准的抗肿瘤免疫应答。该策略本质上是利用基因编辑技术对免疫细胞进行功能“武装”，使其成为具有特异性杀伤能力的活体药物[16]。

#### ⑥基因隐私保护：科技时代的人性守护

随着基因检测技术的发展，基因隐私保护成为每个人都可能面对的现实问题。在实验课上，可以让学生通过撰写《我的基因数据权利清单》，亲身

表2. 科技向善合规路径与伦理底线

阶段	核心问题	合规路径与伦理底线
研究前	研究目的是否正当	生命至上原则:研究必须旨在预防或治疗严重疾病，禁止用于非医学目的的增强。
		严格的伦理审查:项目必须通过机构伦理委员会的审批。
研究中	技术操作是否安全可控	风险受益比原则:必须有充分的临床前数据证明潜在受益远大于风险。
		体细胞优先原则:现阶段严格区分体细胞与生殖细胞编辑，后者在法律未明确前应被禁止。
应用与监管	如何确保公平与公正	知情同意原则:参与者必须充分了解所有潜在风险和益处并自愿参与。
		法律与监管跟进:国家需建立完善的法律法规和监管体系，对违法行为进行严厉惩处。

体验数据脱敏技术(如k-anonymity算法)与法律法规(如《个人信息保护法》)的实际应用[17]。组织模拟基因伦理听证会,辩论“雇主是否有权获取员工基因数据”等议题,能够让学生深刻理解科技发展与社会责任的关系。基因数据不仅关乎个人隐私,更涉及社会公平等基本价值,需要技术和法律共同守护——这就是科技时代的人性守护。

## 4 结论

生物化学作为医学与生命科学的核心基础,其知识体系与科学实践本身蕴含严谨求真的科学精神、协作创新的团队意识以及科技为民的价值导向。在教学中,应立足学科本体,通过真实科研案例和科学史引导学生在专业学习中自然形成科学价值观与社会责任感。教师亦应不断提升科学素养与教学能力,将知识讲授与价值引导有机融合于实验设计、案例讨论与科研训练中,使学生在掌握核酸、蛋白质、代谢调控等生化知识的同时,理解科学规范、科技伦理及其社会影响。未来,还需进一步探索科学与人文相融的教学策略与评价机制,构建更加系统、隐育于教的专业育人模式,切实助力学生全面成长。

## 参考文献

- [1]教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知,中华人民共和国教育部,2020.
- [2]Rosalind Franklin was so much more than the ‘wronged heroine’ of DNA, *Nature*, 583 (2020) 492.
- [3]科技部社会发展科技司,2023中国生命科学与生物技术发展报告,科学出版社,北京,2023.
- [4]Instructions and requirements for Emergency Use Listing(EUL) Submission: In vitro diagnostics detecting SARS-CoV-2 nucleic acid or antigen in: W.H. Organization (Ed.), 2022.
- [5]W.H. Organization, WHO issues new recommendations on

- human genome editing, World Health Organization, 2021.
- [6]中华人民共和国,中华人民共和国生物安全法,2021.
- [7]Genetic Information Nondiscrimination Act. Final rule, *Federal register*, 81 (2016) 31143-31159.
- [8]全国人民代表大会,中华人民共和国个人信息保护法,2021.
- [9]J.D. Watson, F.H. Crick, Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid, *Nature*, 171 (1953) 737-738.
- [10]K.N. Natarajan, Z. Miao, M. Jiang, et al., Comparative analysis of sequencing technologies for single-cell transcriptomics, *Genome biology*, 20 (2019) 70.
- [11]C.B.F. Vogels, A.F. Brito, A.L. Wyllie, et al., Analytical sensitivity and efficiency comparisons of SARS-CoV-2 RT-qPCR primer-probe sets, *Nature microbiology*, 5 (2020) 1299-1305.
- [12]W.H. Organization, Molecular assays to diagnose COVID-19: summary table of available protocols, WHO, (2020).
- [13]S.A. Bustin, V. Benes, J.A. Garson, et al., The MIQE guidelines: minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments, *Clinical chemistry*, 55 (2009) 611-622.
- [14]R. Higuchi, C. Fockler, G. Dollinger, et al., Kinetic PCR analysis: real-time monitoring of DNA amplification reactions, *Bio/technology (Nature Publishing Company)*, 11 (1993) 1026-1030.
- [15]J.A. Doudna, E. Charpentier, Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9, *Science (New York, N.Y.)*, 346 (2014) 1258096.
- [16]S.L. Maude, N. Frey, P.A. Shaw, et al., Chimeric antigen receptor T cells for sustained remissions in leukemia, *The New England journal of medicine*, 371 (2014) 1507-1517.
- [17]Y. Erlich, T. Shor, I. Pe'er, et al., Identity inference of genomic data using long-range familial searches, *Science (New York, N.Y.)*, 362 (2018) 690-694.

Copyright © 2026 by author(s) and Global Science Publishing Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access