

以服务生物医药产业为导向的研究生课程建设 ——以分析与检测类课程为例



邓涛¹, 刘正¹, 杨彬¹, 孙平华^{2, 3}, 郑俊霞⁴, 周海波³, 郭嘉亮^{1, 3}

1. 佛山大学医学部 (广东佛山 528225)
2. 石河子大学药学院 (新疆石河子 832003)
3. 暨南大学药学院 (广州 511436)
4. 广东工业大学生物医药学院 (广州 510006)

【摘要】 鉴于生物医药类专业学位研究生的培养普遍存在实践性和应用性不足等问题, 传统的培养模式已难以满足当前的教育需求。为更好地服务生物医药产业发展, 本文围绕分析与检测技术进展课程, 以改革实践教学为手段, 建立包含“经典实践模块”“前沿实践模块”“模拟实践模块”的多模块实践教学平台, 并加强案例库建设, 旨在通过任务驱动与案例分析的结合, 采用多元化实践考核模式进行综合考评, 最终促进学生实践技能和创新能力的发展。本研究对推动专业学位教育模式创新和提高教育质量具有重要的理论意义和实践价值, 有助于促进产业链、人才链和创新链的深度融合, 进而服务生物医药产业的高质量发展。

【关键词】 生物医药产业; 研究生; 课程改革; 产业需求; 分析与检测技术; 创新能力

【中图分类号】 R 643 **【文献标识码】** B

The construction of postgraduate courses for serving the biopharmaceutical industry using the analytical detection techniques course as an example

DENG Tao¹, LIU Zheng¹, YANG Bin¹, SUN Pinghua^{2, 3}, ZHENG Junxia⁴, ZHOU Haibo³, GUO Jialiang^{1, 3}

1. School of Medicine, Foshan University, Foshan 528225, Guangdong Province, China
2. Pharmacy School of Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
3. College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 511436, China
4. School of Biomedical and Pharmaceutical Sciences, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China

Corresponding author: GUO Jialiang, Email: janalguo@126.com

【Abstract】 As there existed insufficiently practical and application problems in the training of professional master's degree postgraduates of biology and medicine, the traditional training mode has been hard to satisfy the current educational needs. For better serving the development of bio-pharmaceutical industry, this research reformed the practice-teaching course of analytical

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202509027

基金项目: 广东省联合培养研究生示范基地 (粤教研函 [2024] 1 号); 广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目 (粤教高函 [2024] 9 号第 1036 项、粤教高函 [2024] 30 号第 1061 项、粤教高函 [2023] 4 号第 947 项); 广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目 (专项人才培养计划) (粤教高函 [2024] 27 号第 205 项); 2024 年广东省课程思政改革示范项目 (“服务地方、融合产业”药学专业课程思政示范团队); 广东省教育科学规划课题 (高等教育专项) (2023GXJK473、2024GXJK662)

通信作者: 郭嘉亮, 博士, 研究员, Email: janalguo@126.com

<https://slyyx.whuzhmedj.com/>

detection techniques progress by means of establishing the modular practice teaching platform including the "classic practice module", "cutting-edge practice module" and "simulation practical module", followed by the construction of case library. The aim is to combine the task-driven approach with case analysis, comprehensively evaluate the teaching efficiency by diversified practice assessment modes for ultimately promoting the students' practical skills and innovation ability. This research has important theoretical significance and practical value for promoting the innovation of the professional degree education mode and improving the education quality. Meanwhile, it is helpful to promote the deep integration of industrial chain, talent chain and innovation chain, and then serve the high-quality development of the biopharmaceutical industry.

【Keywords】 Biopharmaceutical industry; Postgraduates; Course reform; Industrial demand; Analytical detection techniques; Innovation ability

生物医药产业是关系国计民生和国家安全的战略性新兴产业。加强我国生物医药创新能力需要产业链、人才链和创新链同向发力^[1]。研究生人才已成为新质生产力的重要人力资源载体,尤其是面向生物医药产业的高素质专业学位研究生培养,将为产业发展输送源源不断的生力军和中坚力量。当前,生物医药领域创新链、人才链与产业链发展不均衡,导致专业学位研究生普遍缺乏深厚的产业意识,具体表现为培养目标模糊、岗位胜任力不足、全产业链意识淡薄及产业视野与服务能力薄弱。这种结构性矛盾造成“岗位虚位以待、人才无处施展”的困境,不仅制约了就业质量,更阻碍了产业整体升级与技术迭代^[2-3]。因此,构建以产业需求为导向的研究生课程体系具有紧迫的现实意义和深远的探索价值。本文以生物医药、药学、中药等学位专业硕士的分析与检测类课程为例,分析探索以服务生物医药产业为导向的专业学位研究生课程建设路径。

1 产业需求驱动下分析与检测类课程的定位与现状

分析与检测技术覆盖整个生物医药产业链的不同重要节点,被认为是“产业眼睛”^[4]。近年来,随着生物医药产业的飞速发展,分析与检测相关知识与技术已逐渐成为高素质研究生必须掌握的重要内容。目前,对于生物医药及相关类别学位专业硕士培养而言,根据《研究生教育学科专业简介及其学位基本要求》及有关指导文件,分析与检测类课程为必不可少的部分,例如在生物医药的硕士学位基本要求中,分析与检测技术属于关键的“共性专业知识”之一。常见的课程包括《分析与检测技术进展》《现代药

物分析方法》《有机化合物光谱解析》《高等仪器分析》等。此类课程建设的紧迫性主要体现在以下两方面:一方面,现代分析检测技术日新月异,国际上分析仪器设备更新换代较快,相关课程体系及时更新与发展是确保人才培养与国际先进水平接轨的重要保证,也是创新人才培养的主要载体;另一方面,“十五五”时期,生物医药产业作为新质生产力的关键引擎,其高质量发展亟须以标准化、规范化的分析与检测技术为刚性支撑。这要求研究生教育必须前瞻性地构建与之适配的课程体系,从而为生物医药产业创新升级提供坚实的人才基石。

2 分析与检测类课程建设存在的现实困境

既往分析与检测类研究生课程基本遵循传统教学模式,重理论、轻实践,无法满足生物医药产业对高层次应用型人才的现实需求^[5-7]。其课程建设困境主要体现在以下方面:一是创新思维培养不足,课程体系固化,难以支撑“新质生产力”所需的创新能力;二是产教融合薄弱,欠缺实践性,导致学生实践能力与产业发展脱节;三是知识更新不够及时,课程内容设置应基于日新月异的分析与检测技术,规范标准、认可度高的技术手段是帮助产品走向国门、参与国际竞争的重要保证,而传统课程内容往往更新不及时,容易限制研究生的国际化视野。

3 分析与检测类课程改革路径设计

以生物医药专业硕士的《分析与检测技术进展》课程为例,依托产业学院真实工作情境设置教学任务,紧跟产业发展需求,构建实践教学平

台，进一步优化案例库，并采用任务引领、案例驱动的教学方法和多元化实践考核模式综合评价。本改革路径的设计进行了有益的探索与实践，取得了显著的教学效果。

3.1 改革目标

以专业实践为导向的专业学位研究生教育是培养高层次应用型专门人才的主路径，也是高等教育高质量发展的重点，能有效满足产业发展对人才的需求，具有鲜明的应用性和职业性特征。全日制专业学位研究生的培养目标是学习专业知识的同时提升学生的专业实践能力，专业实践技能是衡量培养质量的关键，专业学位研究生的培养目标更注重实践与应用。专业型学位研究生和学术型学位研究生应进行差异化培养，其课程体系设置也应具有较高的区分度。就生物医药类专业学位研究生的培养目标而言，《学位授权审核申请基本条件（2020）》中明确列出生物与医药专业硕士的培养目标：面向生物技术、医药、精细化学品等行业，培养基础扎实、素质全面、工程实践能力强，并具有一定创新能力的应用型、复合型高层次工程技术和工程管理人才^[8]。因此，课程建设应以研究生实践能力培养和专业素养提升为基本出发点，注重契合产业需求的实践与创新能力培养。在传统授课的基础上，结合市场发展实际需求，通过任务引领和案例驱动等方式开展实践教学。学生可以深入了解各种分析检测技术的工作原理及其在实际应用中的使用场景，培养学生的实践应用和解决问题的能力，提高产业思维与岗位胜任力。具体的目标细化为四个方面：结合专业教学与育人教育，明确培养目标定位；结合教学实际情况，双师协同开展实践教学；紧

跟产业发展需求，构建多模块实践教学平台；将分析与检测技术特色案例进行串联，建设课程案例库。

3.2 主要思路

佛山大学作为地方高校，对佛山市产业转型升级发挥了重要作用，也为地方经济建设提供了智力支撑和人才保障。生物医药硕士专业学位紧紧围绕佛山市生物医药产业发展规划，依托产业学院，建立以产业需求为导向的人才培养实践教学模式。《分析与检测技术进展》是整合了化学、物理、生物学、医学等学科的综合性较强的一门课程，具有专业理论性强、学术前沿更新快的特点，但实际应用缺口尚多。课程以改革实践教学为手段，在双师协同作用下构建包含“经典实践模块”“前沿实践模块”“模拟实践模块”的多模块实践教学平台，加强案例库建设，最后采用多元化实践考核模式进行综合考评，为实践教学效果提供保障。详见图 1。

4 具体措施

4.1 明确应用型培养目标定位

从生物医药专业学位研究生培养的角度来看，将研究生培养与佛山本地经济社会发展需求相结合，针对特定行业和产业需求，以培养满足特定需求的特色应用型和复合型高层次人才为目标。以服务地方经济发展为定位、面向广东、聚焦佛山、产学研结合，培养基础理论扎实、掌握先进技术方法、了解技术现状和发展趋势、适应科技发展与社会需要，具有独立分析解决实际技术难题能力，并具备专业实践能力、创新能力和综合能力，能够胜任相关领域高层次专业技术与管理工作的才^[9-12]。

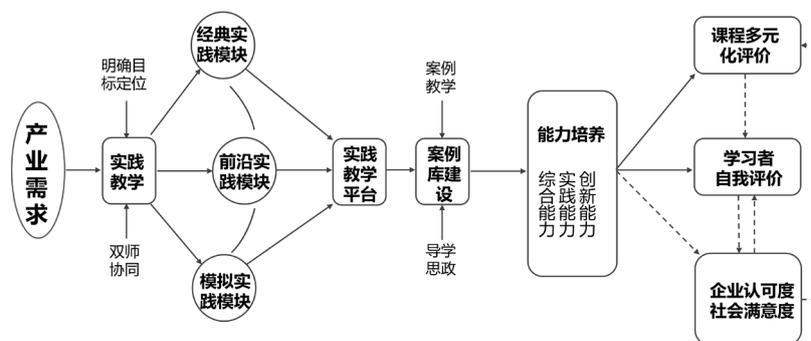


图1 研究思路示意图

Figure 1. Schematic drawing of the research content

注：图中实线代表已完成的内容，虚线代表尚未完成的内容（需第一届研究生就业半年后才能获得相应反馈内容）。

4.2 紧跟产业发展需求，开展实践教学改革

4.2.1 结合生物医药专业学位研究生培养目标推进实践教学

以《分析与检测技术进展》为例，对生物医药硕士专业学位课程内容进行优化。一是在强化理论教学的基础上，提高实践训练环节的比例和质量，完善实践教学过程，构建结合行业实际需求的实践教学体系。二是以产业需求为导向，以检测指标、应用场景为重点，以任务驱动为目的开展理论教学，培养学生的创新精神和实践能力。《分析与检测技术进展》是一门与生产实际关系密切的课程，教学内容既要具有一定的系统性、学术性和前沿性，又要具有实用性。课程以基于光谱和色谱的检测技术为主要内容，涵盖了光谱色谱检测的研究前沿动态及最新研究方法，如紫外可见光吸收光谱测量、荧光光谱测量、化学发光光谱测量、微流控测量技术等。教学内容既充分反映当前国内外分析检测技术的最新进展，有效衔接了最新科研成果和应用，又确保知识的深度和广度，突出教学内容的先进性。同时，课程涉及分析检测过程的基本原理、各项检测指标、仪器设备的使用和应用场景等。但课程的教学内容繁多，学生很难在有限的时间内透彻掌握所有内容。因此，课程教学开展过程必须充分结合行业发展实际，采用任务驱动教学法将实践融入教学，对课程内容进行整合。三是改革教学模式，结合任务驱动教学、案例教学、虚拟仿真实训等教学方法，构建多模块实践教学平台。通过经典实践模块、前沿实践模块、模拟实践模块的组合，以案例教学为基础，结合实例阐述检测技术在实际应用中的重要性和局限性，并进行前沿领域探索，开展虚拟仿真实验，从而提高学生的创新实践能力和综合能力。四是引入最新研究成果，及时更新理论教学内容，引导学生密切关注分析检测技术的最新发展动态，开阔学生视野，了解最新行业趋势。

4.2.2 结合教学实际情况搭建实践教学平台

一是建立研究生联合培养基地，搭建实践教学平台。校外实践平台是培养研究生实践能力、开展实践教学的重要载体。依托已建成的中国中药产业学院（广东省首个药学类示范性产业学

院）、广东省南山研究院等产学研实践基地，形成了校企共融的稳定载体^[4, 13]。围绕课程核心内容，开展真实场景实践，帮助学生更好地认识分析检测技术在实际工作中的应用，以提高学生的实践能力和对行业的认知。二是校企双师协同教学，提升实践教学效果。充分考虑生物医药硕士专业学位人才培养需要，从师资队伍建设和教学大纲共同编写等方面进行综合改革。在师资队伍建设和教学大纲共同编写等方面进行综合改革。在师资队伍建设和教学大纲共同编写等方面进行综合改革。在师资队伍建设和教学大纲共同编写等方面进行综合改革。此外，邀请企业行业人员参与《分析与检测技术进展》课程教学大纲的编写，根据企业行业实际需求对课程目标、基本要求、教学重点和难点、考核方式等方面进行修订，实践教学课程以案例分析为主要形式组织开展。

4.2.3 以提高实践教学效率为目的构建多模块化教学平台

针对《分析与检测技术进展》课程目标，细化专业领域内的复杂问题，对实践课程教学模式进行改革。将实践教学课程分为三大模块，即经典实践模块、前沿实践模块和模拟实践模块。每个模块下安排具体任务，以任务为驱动开展实践教学，见图2。

经典实践模块是在现有课程内容中经典分析方法与应用基础上，进一步开展扩展性实验教学。涉及内容主要包括基于色谱的高效液相色谱法、基于光谱的紫外-可见吸收光谱法、拉曼

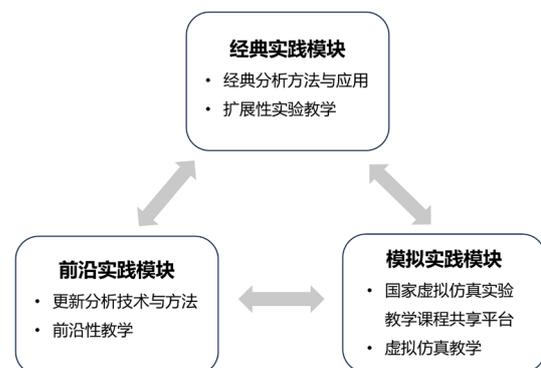


图2 多模块化教学平台

Figure 2. Modular teaching platform

光谱、荧光光谱法、荧光显微镜等。要求在熟悉技术原理与应用的基础上,突破常规思维中的技术应用范畴,开展 1~2 个扩展性应用研究。如在深入了解拉曼光谱法基本原理的基础上,研究表面增强拉曼光谱(surface-enhanced of Raman spectroscopy, SERS)在临床诊断与精准医疗中的应用。以 SERS 液体活检技术为例拓展 SERS 的应用^[14]。循环肿瘤细胞与癌症的转移密切相关,SERS 技术不仅可以从数以亿计的血细胞中捕获并识别极其稀少的循环肿瘤细胞,还可以对其进行分子分型,指导精准治疗。该模块历经拓展思考、资料研究、原理阐释等过程,引导学生关注新分析、新应用,注重积累基础理论知识,利于激发思维拓展。

前沿实践模块主要是带领学生了解最前沿的分析技术与文献应用。上述经典实践模块的研究内容有限,属于专题性和局部性研究。相比之下,前沿实践模块中的前沿技术研究要素更加齐全。以光声光谱技术为例,带领学生在理论知识学习的基础上,了解光声断层成像相较于传统光学技术和 B 超的优势,同时分析其目前尚未实现临床应用所存在的技术瓶颈,了解最新研究进展与应用突破。该实践模块内容涉及现代成像技术、有机化学、材料学、药理学、临床医学等交叉学科前沿,为研究生研究方向的确立及学位论文选题提供了一定的参考。

模拟实践模块以国家虚拟仿真实验教学课程共享平台为依托,带领学生沉浸式参与虚拟仿真实验。模拟实践模块强调感知现实条件的完备性、复杂性和不确定性,从而使学生深刻理解实验项目、环境及人为因素等方面的差异。如带领研究生参加光声/超声双模分子影像肿瘤检测技术虚拟仿真实验。实验项目以光声/超声双模影像检测技术的理论与方法为根基^[15],培养学生光声/超声双模成像物理原理、仪器模块构成、多功能分子探针设计制备、应用范围及光学特性,以及应用场景和信号等方面认知,帮助学生掌握高精尖光声/超声双模影像检测技术的理论知识与具体应用。通过虚拟仿真实验教学课程的学习,可以弥补实体教学的不足,解决实际教学过程中的各种限制因素,学生通过虚拟仿真实验课程的开展可达到知识目标、素养目标和能力目标的三重提升。

4.2.4 以产业需求为导向建设课程案例库,完善实践教学模式

案例教学是促进专业学位研究生理论和实践相结合的重要教学方式。《分析与检测技术进展》课程的案例素材主要来源于临床实际与学术前沿,首先以教师所授课程内容为基础,搜集相关案例,构建基础案例库;随后,重构课程内容,设计教学方案,编写案例;其次,评估案例的合理性,将案例纳入教学案例库;最后,讲解和设计教学案例,确保其与教学过程相匹配。

在案例库建设过程中,广泛收集临床实际中的应用实例,将案例自然融入具体教学,建立基本素材库^[16]。同时,深度搜寻学术前沿案例,形成关键资源库。以学术前沿案例为分析要点,引导学生通过分析检测新技术的国内外研究现状认识自主研发和创新的重要性,以实际案例的解决加强学生知识积累、鼓励创新,提升其分析和解决问题的能力,并形成批判性思维。表 1 列出了一些专业案例的建构思路。以表 1 中疫情期间 SARS-CoV-2 检测为例^[17],通过比较基于核酸检测的荧光定量 PCR 技术与基于抗原抗体识别的胶体金法,对技术原理、检测过程、发光物质、信号输出等方面进行深入了解,总结归纳案例,引导学生思考,进一步延伸至医药企业实际生产过程。这种方式将理论内容联系生产实际,全面锻炼了学生解决分析检测实际问题的能力。

4.3 建立生物医药专业学位研究生思政体系

《分析与检测技术进展》课程思政建设围绕立德树人的根本任务,以前沿讲座和社会实践为载体,将行业动态与社会热点融入教学全过程。通过挖掘生物医药领域的典型事迹、科技突破与历史素材,以“润物无声”的方式实现价值引领与专业教育的深度融合,着力培养具有文化自信、科学精神和家国情怀的高层次创新人才^[18]。例如在学习光谱分析模块时,组织学生讨论疫苗效价测定方法、从业人员职业素养等话题,从而培养学生的职业道德和诚信意识,激发其职业自豪感和社会责任感。教师还可以在药事管理的基础上,通过体液免疫和细胞免疫的知识延伸培养学生的创新意识,并从法治意识与道德水平角度出发,引导学生运用辩证思维看待药品与疫苗生产,使其树立更加科学的观念,深刻践行法治与道德观念^[19]。

表1 案例库建设内容
Table 1. Contents of the case database

序号	案例名称	建设内容	分析技术
1	HCG测试试纸	详解HCG纳米胶体金技术原理和步骤、抗体-胶体金化学偶联方法	胶体金的常见制备方法、胶体金免疫层析技术原理
2	万古霉素血药浓度监测	讲解EMIT的主要原理、竞争法检测万古霉素的过程	EMIT基本原理、全自动生化仪
3	毒品检测试纸(胶体金法)	以吗啡检测为例讲解胶体金免疫层析实现小分子化合物的检测	小分子药物抗体制备、胶体金免疫层析法原理
4	肿瘤指标的化学发光检测	化学发光免疫检测的原理、磁微粒法检测的基本过程、发光检测的类型	化学发光免疫检测法基本原理及检测过程、定量依据
5	火腿肠中亚硝酸盐测定	解释生色反应检测亚硝酸盐的基本原理, 探讨可能的干扰因素	比色检测、紫外可见吸收光谱法、吸光度的概念
6	地中海贫血基因筛查	基因突变筛查的基本原理、常见突变类型	PCR、引物设计、PCR产物检测的方法
7	病毒抗原检测(乳胶法)	乳胶法免疫层析试纸卡的工作原理、与胶体金技术的异同	免疫层析试纸卡的构成、试纸卡读取和检测结果判断
8	SARS-CoV-2病毒核酸检测	病毒核酸荧光定量检测的原理和过程	荧光定量PCR技术、TaqMan探针设计
9	牛乳掺假(三聚氰胺)串联质谱检测	液相串联质谱工作原理、制样过程	液相色谱-串联质谱法、样品前处理方法
10	POCT血糖检测仪	血糖仪的工作原理、检测所涉及的化学过程	电化学分析技术、POCT、可穿戴设备
11	肿瘤FISH检测	FISH的基本原理、探针设计	FISH、荧光显微技术
12	心梗标志物免疫荧光分析	免疫荧光分析原理、多联检测的设计	全自动免疫荧光分析仪
13	免疫治疗生物标志物发现	详解多组学联合技术原理与过程	高通量测序技术、多重荧光免疫组化
14	基于高内涵细胞成像芯片的药物筛选	详解芯片检测技术、成像技术的原理与过程	微孔板芯片、高通量图像采集与数据生成

注: HCG, human chorionic gonadotrophin, 人绒毛膜促性腺激素; EMIT, enzyme-multiplied immunoassay technique, 酶放大免疫分析法; PCR, polymerase chain reaction, 聚合酶链式反应; POCT, point-of-care testing, 即时检验; FISH, fluorescence in situ hybridization, 荧光原位杂交。

4.4 采用多元化实践考核模式综合考评

4.4.1 任务制考核模式

校企双师结合课程培养目标与研究生学位论文要求联合下达任务书, 研究生以任务为导向, 结合企业生产实际要求调研文献, 了解任务背景, 开展项目设计。研究生在完成的过程中反复运用基础理论与专业知识、科学方法和技术手段, 从而提高专业实践能力。

4.4.2 阶段化考核模式

教师在课堂教学中引导学生课后进行案例素材搜集, 学生在此基础上调研文献, 并进行归纳总结, 然后在课堂上交流探讨。学生可结合自己的研究方向、研究兴趣或研究前沿与实际应用案例相结合, 鼓励学生的质疑精神, 培养其思考问题的逻辑能力。还可以培养学生从海量文献中选取有价值的文献并对其内容进行总结归纳的能力。

课程考核方式应注重过程评价, 通过上述考核方式将学生的分数分配到每一个工作任务的学习中, 确保考核结果更加科学合理, 使学生对

课程的知识内容和学习方法有更完整和深入的了解。这不仅能提高学生教学过程的参与度, 同时, 基于实际应用的案例分析也能激发其学习积极性。

5 实施成效与总结

《分析与检测技术进展》是一门兼具理论性、学术性和实践性的研究生课程。课程建设的目标是解决教学与产业脱节问题的根本问题。通过从教学内容优化、教学方式创新、教学模式调整和教学评价多元化等多方面对课程进行改革。结合行业实际调整教学内容有利于学生更扎实地学习理论知识, 提升实践技能; 校企双师授课的教学方式旨在“学以致用”, 帮助学生了解行业趋势, 培养其解决企业生产实际问题的能力; 采用研讨式教学、任务驱动教学、案例教学等教学方法, 构建多模块实践教学平台, 全面锻炼学生的实践能力; 建立多元化实践考核模式进行综合考评, 培养学生的综合能力。

课程改革成效显著。在课程内容方面, 改革

前,课程以传统检测技术为主,芯片检测、多组学技术等新兴技术占比不足;仅聚焦单一检测技术原理,跨学科融合内容几乎空白。改革后,前沿技术模块占比提升至50%,新增“芯片检测”“多组学联合分析”等前沿专题;每学期更新15%案例库,并融入多个跨学科模块。在教学模式方面,改革前,课程未引入虚拟仿真实验平台,光

声超声多模态成像等大型仪器的实操机会不足,且无企业导师参与联合授课。改革后,联合企业导师搭建“分析检测虚拟实验室”,实现学生100%完成虚拟实训,实操技能大幅提升。在教学目标方面,改革后,80%的学生能独立操作三种以上重要仪器,所有学生均参与专业实践。详见表2。

表2 课程改革成效对比

Table 2. Comparison of course reform effectiveness

维度	改革前	改革后
课程内容	技术陈旧:以传统检测技术为主,新兴技术占比低 内容单一:仅聚焦单一技术原理,跨学科融合内容几乎空白	内容前沿化:前沿技术模块占比提升至50%,新增“芯片检测”“多组学联合分析”等专题 体系交叉化:融入多个跨学科模块,每学期更新15%案例库,保持动态更新
教学模式	手段落后:未引入虚拟仿真平台,大型仪器实操机会不足 师资单一:无企业导师参与,与产业脱节	虚实结合:联合企业搭建“分析检测虚拟实验室”,学生100%完成虚拟实训,实操机会大增 产教融合:引入企业导师联合授课,实现“双师”教学
教学目标	实操缺乏:技能训练较少 实践不足:专业实践参与率低	技能达标:80%的学生能独立操作三种以上重要仪器 全员参与:所有学生参与专业实践,实践能力全面提升

近年来,我校与石河子大学、暨南大学、广东工业大学、华东理工大学等兄弟院校创新分析与检测课程建设,阶段化考核结果显示,学生对专业知识的掌握程度及实践技能显著提升。通过一系列以服务产业为导向的研究生课程建设举措,生物医药类研究生人才培养与产业需求结合更加紧密。例如与广东药康生物科技有限公司联合申报并获批广东省联合培养研究生示范基地等;人才培养质量也明显提升,佛山市药学会调研结果显示,毕业生就业率和专业对口率均达97.5%以上,研究生获得国家级、省部级学术科研奖励达32人次,部分研究生代表获邀担任广东省学生联合会主席团成员。通过课堂参与度可以发现学生学习积极性显著提高,由被动学习转变为主动学习。此外,通过独立思考、文献调研、交流讨论及发散迁移等方式,学生建立起系统的科研思维,并能将其串联至实际应用场景,提高了解决问题的能力,创新意识和能力也得到了明显提升。

本文系统总结了《分析与检测技术进展》课程以服务生物医药产业为导向的改革实践,为破解生物医药专业学位研究生教育与实践脱节难题提供了参考。通过内容前沿化、模式多元化、评价综合化等举措,有效提升了学生的实践和创新能力。未来可关注三方面:一是深化“智能+”

融合,将人工智能、大数据分析专业课程深度融合,培养学生应对智慧医药发展的能力。二是构建动态协同机制,与龙头企业共建产业学院或定向培养项目,实现课程内容与产业需求的实时对接。三是完善成效评价维度,引入毕业生职业发展长期追踪、企业满意度等指标,形成闭环反馈体系,持续推动课程迭代优化。

参考文献

- 徐洪,黄璐,刘明熹,等.人才链创新链产业链深度融合-理论逻辑、融合现状与提升路径[J].科学学研究,2025,43(8):1666-1675. [Xu H, Huang L, Liu MX, et al. The deep integration of talent chain, innovation chain and industrial chain-theoretical logic, integration status, and improvement path[J]. Studies in Science of Science, 2025, 43(8): 1666-1675.] DOI: 10.16192/j.cnki.1003-2053.2025.08.006.
- 骆健美,张翠英,申雁冰,等.生物医药类专业学位研究生育人模式的探索[J].药学教育,2023,39(1):9-12. [Luo JM, Zhang CY, Shen YB, et al. Exploration and practice of educational mode of graduate students with professional degree in biology and medicine[J]. Pharmaceutical Education, 2023, 39(1): 9-12.] DOI: 10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2023.01.001.
- 李平,吴月燕,李彩燕.生物与医药专业学位研究生实践教学模式改革[J].浙江万里学院学报,2024,37(1):112-116. [Li P, Wu YY, Li CY. Exploration on the practice teaching mode for the graduate students of biology and medicine[J]. Journal of Zhejiang Wanli University, 2024, 37(1): 112-116.] DOI: 10.13777/j.cnki.issn1671-2250.2024.01.007.
- 孙涛,王洪森,朱汉帅,等.基于现代产业学院背景下的药学类校企合作课程建设研究[J].药学教育,2024,40(2):22-

27. [Sun T, Wang HS, Zhu HS, et al. Research on the construction of pharmacy-related school-enterprise cooperation courses based on modern industrial college[J]. *Pharmaceutical Education*, 2024, 40(2): 22–27.] DOI: [10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2024.02.002](https://doi.org/10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2024.02.002).
- 5 弥志伟, 武新颖, 柳一之. 通过产教融合提升研究生就业能力的策略研究[J]. *化工管理*, 2023, (9): 23–26. [Mi ZW, Wu XY, Liu YZ. Research on the strategy of promoting the employment ability of postgraduates through the integration of industry and education[J]. *Chemical Enterprise Management*, 2023, (9): 23–26.] DOI: [10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2023.09.007](https://doi.org/10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2023.09.007).
- 6 濮润, 桑晓冬, 张大璐, 等. 基于产业集群视角中国生物医药产业创新能力的提升[J]. *医药导报*, 2022, 41(6): 905–910. [Pu R, Sang XD, Zhang DL, et al. Improvement of innovation ability of China's biomedical industry based on perspective of industrial cluster[J]. *Herald of Medicine*, 2022, 41(6): 905–910.] DOI: [10.3870/j.issn.1004-0781.2022.06.030](https://doi.org/10.3870/j.issn.1004-0781.2022.06.030).
- 7 江正瑾, 徐东升, 汪锦才, 等. 中外双导师模式下 "三创" 国际化药学拔尖人才培养探究[J]. *药学教育*, 2023, 39(6): 6–10. [Jiang ZJ, Xu DS, Wang JC, et al. Exploration of "three innovations" international top-notch pharmaceutical talents cultivation based on Chinese-foreign dual tutoring model[J]. *Pharmaceutical Education*, 2023, 39(6): 6–10.] DOI: [10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2023.06.020](https://doi.org/10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2023.06.020).
- 8 国务院学位委员会. 国务院学位委员会关于开展 2020 年博士硕士学位授权审核工作的通知 [EB/OL]. (2020-09-30). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/yjss_xwgl/moe_818/202009/r20200930_492604.html
- 9 董惠钧, 谢磊, 王丙香, 等. 以现代产业学院为载体的生物与医药专业学位硕士研究生培养模式探索[J]. *药学教育*, 2025, 41(3): 11–16. [Dong HJ, Xie L, Wang BX, et al. Practice and exploration of the training mode of postgraduates majoring in biology and medicine based on modern industrial college[J]. *Pharmaceutical Education*, 2025, 41(3): 11–16.] DOI: [10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2025.03.003](https://doi.org/10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2025.03.003).
- 10 王素月. 专业学位研究生案例教学的深层建构研究[J]. *宁波大学学报(教育科学版)*, 2024, 46(6): 94–101. [Wang SY. A study of in-depth construction of case teaching for professional degree postgraduates[J]. *Journal of Ningbo University (Educational Science Edition)*, 2024, 46(6): 94–101.] DOI: [10.20102/j.cnki.1008-0627.2024.0082](https://doi.org/10.20102/j.cnki.1008-0627.2024.0082).
- 11 姜兆玉, 郗冬梅. 人工智能融入生物与医药专业研究生教育: 机遇、挑战与应对策略[J]. *科教导刊*, 2025, (6): 5–7. [Jiang ZY, Xi DM. The convergence of artificial intelligence and graduate education in biology and medicine: opportunities, challenges, and strategies[J]. *The Guide of Science & Education*, 2025, (6): 5–7.] DOI: [10.16400/j.cnki.kjdk.2025.06.002](https://doi.org/10.16400/j.cnki.kjdk.2025.06.002).
- 12 吴静, 周怡雯, 宋伟, 等. "六融六优" 培养生物与医药专业研究生创新能力的探索与实践[J]. *生物工程学报*, 2024, 40(11): 4277–4287. [Wu J, Zhou YW, Song W, et al. Exploration and practice of cultivating innovation ability of postgraduates majoring in biological and medical sciences with the new strategy of "six integration and six optimizations"[J]. *Chinese Journal of Biotechnology*, 2024, 40(11): 4277–4287.] DOI: [10.13345/j.cjb.240372](https://doi.org/10.13345/j.cjb.240372).
- 13 郭嘉亮, 李艳萍, 赵志雄, 等. 服务地方产业建设医药产业学院[J]. *药学教育*, 2020, 36(6): 17–20. [Guo JL, Li YP, Zhao ZX, et al. On the construction of a medical industry college for local industries[J]. *Pharmaceutical Education*, 2020, 36(6): 17–20.] DOI: [10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2020.06.005](https://doi.org/10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2020.06.005).
- 14 Lu DC, Huang ZF, Chen JB, et al. pH-adjusted liquid SERS approach: toward a reliable plasma-based early stage lung cancer detection[J]. *Anal Chem*, 2025, 97(1): 508–515. DOI: [10.1021/acs.analchem.4c04671](https://doi.org/10.1021/acs.analchem.4c04671).
- 15 Sun Q, Liu H, Yang Y, et al. A self-immobilizing photoacoustic probe for ratiometric in vivo imaging of Cu(II) in tumors[J]. *Chem Biomed Imaging*, 2025, 3(4): 260–266. DOI: [10.1021/cbmi.4c00115](https://doi.org/10.1021/cbmi.4c00115).
- 16 郭学玲, 石炜业, 齐奕珂, 等. 生物学专业学位研究生案例库建设与教学实践—以 "高级免疫学" 课程为例[J]. *中国生物化学与分子生物学报*, 2025, 41(8): 1223–1234. [Guo XL, Shi WY, Qi YH, et al. Teaching case construction and implementation of the biology professional degree postgraduate-taking 'advanced immunology' course as an example[J]. *Chinese Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 2025, 41(8): 1223–1234.] DOI: [10.13865/j.cnki.cjbmb.2025.06.1330](https://doi.org/10.13865/j.cnki.cjbmb.2025.06.1330).
- 17 Bel Hadj Ali I, Souguir H, Melliti M, et al. Rapid detection of SARS-CoV-2 RNA using a one-step fast multiplex RT-PCR coupled to lateral flow immunoassay[J]. *BMC Infect Dis*, 2024, 24(1): 1417. DOI: [10.1186/s12879-024-10296-1](https://doi.org/10.1186/s12879-024-10296-1).
- 18 周海波, 曾煦欣, 李海燕, 等. 基于 " 全人教育 " 的药物分析课程思政改革[J]. *药学教育*, 2022, 38(2): 18–21. [Zhou HB, Zeng XX, Li HY, et al. Ideological and political reform of pharmaceutical analysis course based on holistic education[J]. *Pharmaceutical Education*, 2022, 38(2): 18–21.] DOI: [10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2022.02.012](https://doi.org/10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2022.02.012).
- 19 胡卫平, 种瑞峰, 常凤香, 等. 思政元素融入 " 分析化学 " 课程的教学探索与实践—以绪论章节为例[J]. *化学研究*, 2025, 36(4): 436–440. [Hu WP, Zhong RF, Chang FX, et al. Curriculum-based ideological and political education in analytical chemistry: a teaching case from the introductory[J]. *Chemical Research*, 2025, 36(4): 436–440.] DOI: [10.14002/j.hxya.2025.04.013](https://doi.org/10.14002/j.hxya.2025.04.013).

收稿日期: 2025 年 09 月 10 日 修回日期: 2026 年 01 月 11 日

本文编辑: 张苗 黄笛

引用本文: 邓涛, 刘正, 杨彬, 等. 以服务生物医药产业为导向的研究生课程建设——以分析与检测类课程为例[J]. *数理医药学杂志*, 2026, 39(3): 233–240. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202509027](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202509027).
Deng T, Liu Z, Yang B, et al. The construction of postgraduate courses for serving the biopharmaceutical industry using the analytical detection techniques course as an example[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2026, 39(3): 233–240. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202509027](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202509027).