

# 基于“12345”模式的创新型生物信息学专业人才培养体系探索<sup>\*</sup>

李永生

徐娟

(海南医学院生物医学信息与工程学院  
海口 571199)

(哈尔滨医科大学生物信息科学与技术学院  
哈尔滨 150081)

〔摘要〕 介绍生物信息学专业教育发展现状,分析海南自由贸易港建设对生物信息学专业人才的需求,详细阐述基于“12345”模式的创新型生物信息学专业人才培养体系构建方法,包括面向地方发展需求、加强产学研合作和双师型教师梯队建设等。

〔关键词〕 “12345”模式;生物信息学;教学方法;人才培养体系

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.05.018

**Exploration on Training System of Innovative Talents in Bioinformatics Specialty Based on the “12345” Mode** Li Yongsheng, College of Biomedical Information and Engineering, Hainan Medical University, Haikou 571199, China; XU Juan, College of Bioinformatics Science and Technology, Harbin Medical University, Harbin 150081, China

〔Abstract〕 The paper introduces the development status of bioinformatics education, analyzes the demand for bioinformatics talents in the construction of Hainan free trade port, and expounds the construction methods of training system of innovative talents in bioinformatics specialty based on the “12345” mode in detail, including meeting local development needs, strengthening cooperation between enterprises, universities and research institutions, improving the construction of dual-qualified teacher echelons, etc.

〔Keywords〕 “12345” mode; bioinformatics; teaching method; talent training system

## 1 引言

在大健康、大数据、智能医学产业新形势下,大批智能医疗和基因产业将布局海南自由贸易港,

以生物医疗大数据为基础的精准医疗快速发展,急需集理、工、生物医学专业知识于一身的复合型人才,生物信息学(bioinformatics)专业教育越来越重要。生物信息学是一门新兴交叉科学,研究内容主要包含分子组学大数据的获取、处理、存储、计

〔修回日期〕 2022-09-04

〔作者简介〕 李永生,博士,教授,博士生导师,发表论文71篇;通信作者:徐娟,博士,教授。

〔基金项目〕 教育部第二批新工科研究与实践项目“多学科交叉融合的生物医学工程(药物组学信息学专业)人才培养模式研究与实践”(项目编号:XGKYJSJ0016);海南医学院2020年教育科研课题“海南自贸港建设背景下生物信息学专业课程体系改革的研究与实践”(项目编号:HYYB202044);面向赋能教育的大学计算机一流课程建设与教学改革项目“面向新医科建设的生物信息学特色专业计算机课程教学体系改革与实践”(项目编号:JXGG202201)。

算分析、生物学解释等,借助基于数学、计算机科学的各种算法和分子生物学工具,阐明大数据背后所隐含的生物学意义<sup>[1]</sup>。生物信息技术可广泛应用于人类疾病病因学研究、临床诊断标志物识别、疾病分型和预后预测、遗传调控机制和分子通路建立、药物靶标识别与药物设计等方面,逐渐成为生物医学研究领域不可或缺的组成部分,加快了个性化医疗和精准医学的发展步伐<sup>[2]</sup>。因此,培养具有交叉背景的生物信息学专业人才已经成为当前高校教育的当务之急。

生物信息学人才需要系统地学习数学、计算机科学和生物学的基础课程及专业课程,涉及课程面广且难度大,因此高质量专业教育是培养高精尖生物信息人才的重要基石,也是目前生物信息学教学工作的重中之重<sup>[2]</sup>。加强生物信息学交叉复合型人才培养,开展多元化、特色化实验与实践教学体系改革与研究日益重要<sup>[3-4]</sup>。因此,结合用人单位反馈意见,深入分析当前生物信息学人才培养方面所存在的主要问题,有利于设定专业改革目标、探索建立一套理论结合实际改革方案。

## 2 基于“12345”模式的生物信息学专业人才培养体系构建

### 2.1 总体架构

基于“12345”模式的生物信息学专业人才培养体系以海南自由贸易港建设对精准医学人才的需求为导向,注重讲授生物医学、数理知识及计算机、电子科学技术方法,使学生成为具有理工医交叉思维能力的高素质、宽口径、现代化生命医学科科技人才,主要包括 5 个方面,见图 1。

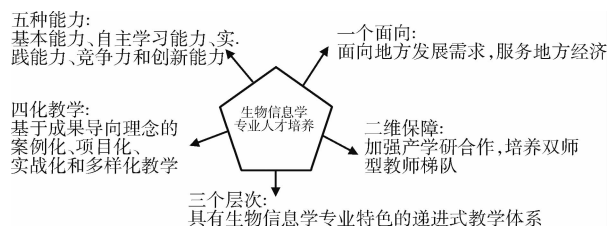


图 1 基于“12345”模式的生物信息学专业人才培养体系

### 2.2 “一个面向”: 面向地方发展需求

在国家大力支持海南建设自由贸易港的背景下,培养创新创业型生物信息学人才对促进现代生物医学快速发展、有效推动生物医药健康产业与高新技术产业深入融合具有重要意义。海南医学院是海南自由贸易港内唯一一所公办医学院校,已经逐步形成从本科生到硕士、博士研究生的全方位、多层次生物信息学人才培养体系,将对热带地区生物医学相关学科群及产业发展起到巨大推动作用。

### 2.3 “二维保障”: 产学研合作、双师型教师梯队

建立互利合作长效机制,建立和扩大校外实习产学研合作基地,培养双师型教师梯队。一方面,可通过以下 4 种措施加强生物信息学专业教师团队建设。一是聘请合作企业和生物技术等公司的科技研发人员作为行业导师,与校内教师共同讨论,制定切实可行、集理论与实践为一体的专业培养方案。二是聘请行业导师参与相关理论课程和实践课程体系(如在线课程、实践课程等)的建设、进行理论授课、合作开发教学过程中需要的应用案例库等,以加强学生应用能力。三是在用人单位建设系列实验实训大数据分析平台培养学生实践能力。四是以科研育人为目标,积极促进校企合作,双方搭建科研平台、组建科研合作团队,针对领域内亟待解决的技术难题、前沿热点问题等进行合作攻关。既促进生物信息学专业教师了解国内外研究现状,提高自身科研能力,又增强合作企业与生物技术公司等用人单位的核心竞争力。另一方面,制定标准,加大引进力度,促进“双师型”教师队伍建设。同时,做到引育并举,通过多元化培训帮助技能卓越的教师掌握更加前沿的专业知识,通过科研使理论素养较高的教师在企业兼职,提高彼此的教学和专业实践能力。

### 2.4 “三个层次”: 基础、提高、科研创新

有效利用校企合作、第二课堂等平台,突出实践育人,搭建符合生物信息学专业特色的递进式教学体系,主要包含 3 个层次。一是基础层次。

紧密结合学科发展热点问题制定专业课程实验教学大纲,增加应用技术类课题,实验课包括综合性或设计性、探索性内容,充分激发学生创新精神,建立基础层次的专业特色教学体系。二是提高层次。鼓励教师将教学和科研内容有效结合,有目的地培养学生的创新能力,提高教学体系的建设层次。同时积极申报实验室提升计划,加强支撑平台建设,力争配置先进、方便教学的实验室。以三级教学单位(教研室)为依托,加大应用型专业教材的开发。三是科研创新层次。依托各类学科竞赛,充分利用教学基地、校企合作等有计划、有组织地开展与生物信息学热点问题相关的科技活动、社会活动等第二课堂实践教学,设置创新创业学分,鼓励学生参加大学生创新创业项目,提高学生的动手能力和综合素质,激发学生的科学探索和创新意识,以及应用专业知识服务于社会需要的意识。

## 2.5 “实施四化教学”:案例化、项目化、实战化、多样化

基于成果导向理念<sup>[5]</sup>,以学生为中心,持续改进,加强基因组学、转录组学、蛋白质学等生物大数据分析实验环节,通过建立计算机集群等方式为本科学学生提供高性能的计算分析教学与科研一体化平台,使学生既可以学习到生物信息学基础理论,又可以提升大数据分析实验操作能力。学院统筹规划并协调建立线上线下教学资源,以具体医学问题为研究主题,以生物信息学方法与理论为技术手段,构建一定数量的生物信息学专业教学案例库。

通过将教师科研成果融入教学、以科研项目为引导的方式合理设置实践教学内容,建立“博士-硕士-本科生”传帮带模式,通过项目进行生物医学大数据分析实验教学,教学成果也可以促进科研项目顺利开展。以生物信息学前沿热点问题为抓手,组织学生建立大学生创新创业项目小组,使学生在完成项目的过程中了解更多生物信息学理论应用场景,提高学生解决实际问题的能力<sup>[6]</sup>。在大学生创新创业项目开发过程中,指导教师可培养学生有目的地学习专业知识和分析数据技能,使学生主

动研判实际问题背后隐含的生物信息学理论,最终寻求有效解决社会实践问题的方案。

鼓励学生参加社会实践。如鼓励学生参加社会热点医疗问题大数据分析项目,通过基因组测序数据分析、病毒溯源分析等过程,利用所学专业知识,将理论知识实践化。

实现教学多样化也是当前本科教学亟待解决的问题之一。在计算机多媒体技术的推动下,可采用任务驱动、师生合作、生生合作等方式开展多样化教学。以翻转课堂、分组讨论等形式为代表的学习模式已进入国内外高等教育系统,有效解决了课时不足、师生互动难、师生交流反馈少等一系列问题;在线教学模式(如慕课等)则较好地解决了由于各种因素无法线下教学的问题。

## 2.6 “培养五种能力”:基本能力、自主学习能力、实践能力、竞争力、创新能力

生物信息学专业的目标是培养具有良好人文精神和健康人格,具备生物医药、数理科学与信息科学多学科交叉融合思维方法和创新能力,掌握生物信息学基本知识和技能,熟悉生物医学大数据研发和精准医药科技开发,具有复杂生物医学问题分析能力的人才。首先应该培养学生基本的专业知识能力,使其具备较系统和扎实的生物信息学与计算系统生物学理论知识,熟悉精准医学、生物科学知识特点和发展规律。其次还要培养学生独立思考、自主学习能力和探求新知识的能力<sup>[7]</sup>。重要的是生物信息学专业是应用性较强的专业,应重点培养学生实践能力,使其具备系统的生物医药大数据分析处理、精准医学和生物科学研究能力以及应用生物信息学技术分析、解决生物医药问题的能力,具有较强的竞争力。

影响本科生创新能力培养的因素多种多样,首先应该树立相应观念意识,使建设创新型国家、培养创新人才观念深入人心。其次是建立良好的制度,制度源于实践,能够对教学起到保障、激励和约束作用。为培养学生的创新意识和创新能力,鼓励学生自主创新,可以开展校企合作,设立创新奖、创新奖学金等,调动和激发大学生的创新精神,最终成长为具备基本能力、自主学习能力、实践能力、竞争力和创新能力全方位发展的生物信息学复合型专业人才。

### 3 结语

围绕中国海南自由贸易港建设对生物信息学专业人才的需求,聚合校内外教育资源,建立“一个面向、二维保障、三个层次、实施四化教学、培养五种能力”的“12345”全方位、立体化生物信息学专业人才培养新模式。学生学习能力、实践能力和创新能力不断增强,展现地方教学研究型高校人才培养特色。以培养具有创新思维能力和自主创业能力的生物信息学人才为目的,为我国生命科学和医学教育改革、科学研究和产业化提供有益借鉴,为海南省创新型商业模式的发展提供人才支撑。

### 参考文献

1 陈润生. 生物信息学 [J]. 生物物理学报, 1999, 15

(1): 8.

- 2 罗辽复. 生物信息学的兴起和生命科学的理性化 [J]. 合肥学院学报: 自然科学版, 2004, 14 (1): 5.
- 3 明文龙, 李晟, 罗幸, 等. 生物信息学本科人才培养的调研与思考 [J]. 生物信息学, 2018, 16 (2): 65-71.
- 4 汪德强, 秧茂盛. 医学研究生《生物信息学》课程教学实践与思考 [J]. 中华医学教育探索杂志, 2011, 10 (3): 3.
- 5 李晓岩, 毕冰, 许志茹, 等. 基于成果导向教育理念的生物化学多维度教学改革体系的构建 [J]. 生物工程学报, 2020, 36 (10): 8.
- 6 赵中楠, 陈德运, 王健, 等. 就业导向的网络工程专业教学体系的改革与实践方法探索 [J]. 课程教育研究, 2014 (26): 2.
- 7 魏伟, 许小娟, 赵云. 生物学拔尖学生科研能力培养机制的构建 [J]. 高校生物学教学研究: 电子版, 2022, 12 (1): 5.

## 2023 年《医学信息学杂志》编辑出版 重点选题计划

2023 年本刊将继续以“学术性、前瞻性、实践性”为特色,及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点,反映学科研究动态,展示学科研究与应用成果,引领学科发展方向。2023 年度编辑出版重点选题包括但不限于以下方向:

1 党的二十大精神引领下的医学信息学研究领域新使命、新格局; 2 数字中国、健康中国建设过程中的数字技术与系统思维; 3 健康中国战略背景下医药卫生信息化发展规划政策解读; 4 人口健康数据助力现代医学发展及健康中国建设研究; 5 新一代信息技术在卫生健康行业的重点应用; 6 智能算法、算力平台建设及其医学应用; 7 生成式人工智能、人工智能工程化在医疗健康领域的应用探索; 8 智慧医疗、智慧健康、智慧养老服务体系构建; 9 虚拟生理人体建模与仿真关键技术实现; 10 人工智能辅助药物发现及药品供应保障智慧监测; 11 数智赋能的重大突发公共卫生事件预测; 12 数据与知识驱动的临床辅助决策支持系统; 13 健康数据生态系统治理体系研究; 14 元宇宙和数字孪生在健康医疗领域的创新应用; 15 真实世界数据研究方法、案例及其对医疗卫生决策的助推作用; 16 医学小数据与暗数据价值评估; 17 面向多模态医疗健康数据的知识组织、知识发现方法; 18 可计算医学知识、元知识与医学知识图谱; 19 开放医学数据中敏感数据识别与隐私计算; 20 大规模人群队列研究及其共享平台建设; 21 居民健康指数构建与精准画像研究; 22 全民健康信息平台建设、应用、共享与评价; 23 医疗卫生信息系统互联互通及其相关标准完善、应用推广与服务管理; 24 数字健康融合发展创新体系建设; 25 “互联网+医疗健康”关键技术与新业态; 26 基于主动健康理念的用户健康信息行为研究; 27 网络伪健康知识评估机制与虚假信息治理; 28 数字时代的心理健康; 29 智慧医学图书馆建设管理、理念创新及智慧馆员培养; 30 数字乡村背景下农村医疗健康信息协同与智慧服务; 31 数字信息生态与智慧养老视域下健康信息服务适老化发展模式; 32 医学文献资源精细组织与精准服务模式; 33 医学信息学及其分支学科建设与创新发展; 34 “新医科”背景下医学信息学高层次、复合型人才培养。

《医学信息学杂志》编辑部