

海南自贸港建设背景下生物信息学专业建设思考^{*}

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〕 介绍生物信息学发展现状及国内生物信息学专业建设概况,分析海南自贸港建设背景下开展生物信息学本科专业建设和人才培养的优势和必要性,结合海南医学院实践阐述生物信息学本科专业建设及课程体系建设思路。

〔关键词〕 生物信息学;专业建设;海南自贸港;课程体系

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.03.018

Considerations and Insights on the Construction of Bioinformatics Major under the Background of the Construction of Hainan Free Trade Port 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 and the general situation of the construction of bioinformatics major in China, analyzes the advantages and necessity of carrying out the construction of bioinformatics undergraduate major and personnel training under the background of the construction of Hainan free trade port, and expounds the construction of bioinformatics undergraduate major and the construction ideas of curriculum system in combination with the practice of Hainan Medical University.

〔Keywords〕 bioinformatics; major construction; Hainan free trade port; curriculum system

1 引言

1.1 生物信息学概念

生物信息学 (bioinformatics) 是一门新兴的前沿交叉科学,涉及生物相关信息的获取、预处理、

存储、分析、可视化、解释等方面内容。综合运用生物学、数学和计算机科学的各种工具,解读生物医学组学大数据内含的生物学意义^[1],其重要目标在于利用生物医学多组学数据揭示生命的本质。

1.2 生物信息学发展概况

1.2.1 研究领域及产业结构 生物信息学的兴起与人类基因组计划密切相关,需要完成的主要工作是基因序列组成和空间结构数据的存储、收集、分析和处理等^[2]。人类基因组计划的顺利完成和生物学研究的快速发展,特别是伴随新的高通量分子生物学检测技术手段 (生物芯片、质谱技术、新一代

〔修回日期〕 2022-10-26

〔作者简介〕 李永生,教授,发表论文 60 余篇;通信作者:徐娟,教授。

〔基金项目〕 海南医学院教育科研项目“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:HYB202044)。

测序技术)的研发^[3],多物种相关的转录组、蛋白质组、互作组、表型组、微生物组等组学大数据的研究相继开展,生物医学组学大数据迅速增长,生物信息学的研究领域也迅速扩展,已经广泛渗透到分子生物医学研究的高新领域^[4]。随着生物信息学自身的发展推动,现代生物信息学不断派生出新的学科脉络,展示出更为广阔的发展空间^[5]。此外,多学科交叉特点,使得生物信息学不同于经典的生物医学和纯粹的理工学科,对农学、物理学、食品和环境等学科的发展产生巨大推动作用。产业结构方面呈现多元化特点。一直以来生物信息学承担着生物医学科技产业研发核心工作,生物医学科技产业的进步依赖于生物信息学的新发明和新技术。一大批高新科技、高通量产业技术研发和服务公司快速崛起。

1.2.2 专业教育 生物信息学作为现代生物医学科技产业发展的核心要素,决定了现代生物医学科技企业是高层次生物信息学人才最大的需求地,也将是生物信息学高层次人才培养的面向对象和主要生源地,因此生物信息学专业教育开展潜力巨大^[6]。另一方面,现代医院中基于医学信息和生物信息学的新型基因诊断、大分子诊断技术得到广泛开展。各种新型设备和技术的应用促进疾病诊疗的同时,也对从业者的专业知识提出挑战,仅仅依靠医学知识背景已经难以驾驭新时期的医院科技化浪潮。包括检验医学、影像医学与核医学、分子影像学等在内的传统医技类科室将目光转向生物信息学专业技术人员^[7]。鉴于生物信息学在保障人类健康、疾病预警、诊断、预后和治疗等领域的重要应用,西方发达国家均已视生物信息学为高新技术,投入巨额经费鼓励发展,是现代生物医药研究和产业发展最重要的推动力量^[8]。特别是在当今精准医学与大数据时代下,国内和国外对生物信息复合型人才需求急剧增长,越来越多的科研院所、高校和生物技术产业界的公司急需这类实用和复合型高级人才,促使生物信息学专业教育变得越来越重要^[9]。我国也将生物信息学学科列入国家教育和研发专业行列,非常重视生物信息学的学科发展、人才培养

和产业转化工作,成为我国参与国际生物医药新技术竞争的重要组成部分。

2 生物信息学专业国内建设进展

2.1 专业开设情况

与生物信息学科的快速的发展相比,国内外高校开设生物信息学专业的时间相对较短,缺乏相对成熟的人才培养经验^[10]。本文通过搜索国内率先开设生物信息学本科专业的高校,统计每年开设该专业的高校数量,见图1。生物信息学专业最早于2002年开设在哈尔滨工业大学、华中科技大学和浙江大学。2003年,河北大学、同济大学和哈尔滨医科大学相继设立生物信息学本科专业。2010年开设生物信息学的高校仅有13所,截至2020年增长至近40所。因此可以看出,和其他传统专业或学科相比,生物信息学本科专业呈现出开设时间短、数量较少的特点。

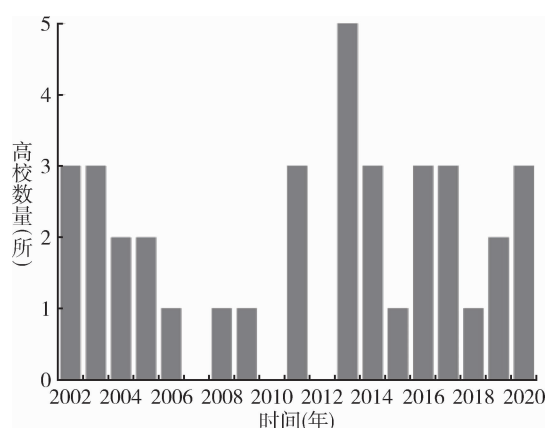


图1 开设生物信息学本科专业的高校数量

2.2 专业分布分析

2.2.1 地区分布 进一步统计高校地域分布发现,开设生物信息学的高校存在不均衡分布现象,有64%的高校分布在东部的11个省级行政区,26%的高校分布在中部地区7个省级行政区,见图2。反之西部地区仅有3个省级行政区的4所高校开设,并且开设时间较晚。就生物信息学人才培养方面而言,西部地区亟需加强。

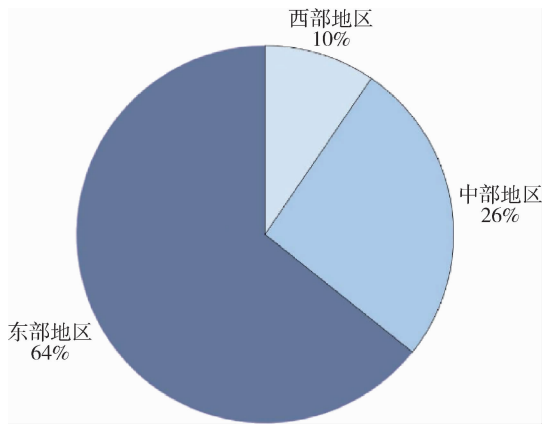


图2 生物信息学本科专业的地域分布

各省份开设生物信息学的高校数量也存在分布不均衡现象。例如，东部地区中 60% 高校集中在江苏、河北和广东 3 个省份；中部地区，将近一半高校聚集在湖北省。

2.2.2 院校类型 生物信息学专业倾向开设在综合院校，其次是医药类和农林类高校，见图 3。综合类大学具有相对成熟的生物学、计算机科学和数学相关的课程体系及人才培养经验，为生物信息学人才培养提供所需知识储备，开设生物信息学专业的难度偏低。医科和农业类大学具备医学和农业类背景，培养的生物信息学人才更具特色。哈尔滨医科大学是国内率先开展生物信息学本科人才培养的医学院校。浙江大学、香港中文大学（深圳）和西交利物浦大学先后开展中外合作办学，在国内可以享受国外的教育模式。总之，从高校数目、地域分布及高校类型来看我国生物信息学本科人才的培养仍处在起步阶段，尚待进一步加强。

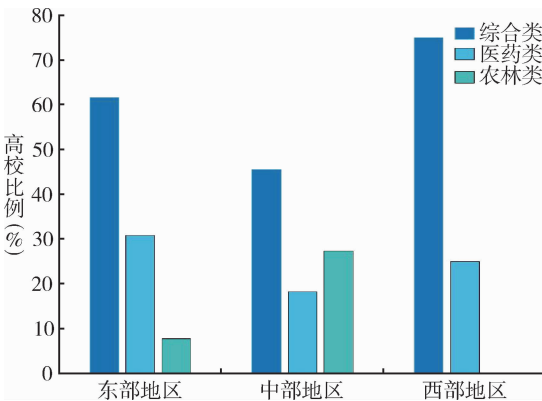


图3 生物信息学本科专业不同院校类型地域分布比例

3 海南自贸港建设背景下开设生物信息学专业的必要性及现状

2019 年 6 月，教育部与海南省政府明确联合提出支持建设海南国际教育创新岛的实施方案^[11-13]。大健康越来越受到重视，再加上海南旅游业的推动，高端生物医药产业发展面临潜在发展机遇。

生物医学产业是海南省核心经济产业之一，生物信息学是生物医学产业的重中之重。站在这样的历史新起点，在生物信息学、生物医学工程等领域加强教育教学和人才培养，不仅能缓解现有人才储备不足带来的压力，为推动海南自贸港建设提供理论支撑和智力支持，而且有助于自贸港教育产业进一步开放，建设成国际教育创新岛。

海南医学院于 2019 年进行了生物信息学专业申报，成为省内目前唯一招收生物信息学专业本科生的高校，并于 2020 年开始招生，加大生物信息学本科人才办学和培养力度，为海南自贸港建设中生物医学产业的快速发展保驾护航^[14]。生物信息学专业开设在海南医学院是海南自贸港优先发展医疗健康和医药产业的必然选择。

4 海南自贸港建设背景下生物信息学本科专业建设思路

4.1 培养目标

紧跟国家“新医科、新工科”建设一流本科专业的理念，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的思维方法和创新能力，掌握生物信息学基本知识和技能，具有生物医学大数据研发、精准医药科技开发基础和复杂生物医学问题分析能力，服务于“大健康”“大数据”和“智能医学”等产业的科学研发型应用人才。同时注重培养学生的国际视野及接纳和尊重多元文化的博大胸怀，立足海南，面向全国，辐射“一带一路”沿线国家和地区。

4.2 课程体系凸显热带医学特色

课程体系建设是保证各教学环节顺利完成的关

键^[15]。结合国家和海南自贸港建设需求,进一步凝练生物信息学专业的特色与方向,建设凸显热带医学特色的生物信息学课程体系。学校充分考虑已有基础医学院、生物医学信息与工程学院在医学、生物学、数学和计算机科学领域的师资力量优势,开设高等数学、概率论与数理统计、基础医学综合、数据库原理、软件工程等课程,夯实学生的生物学、医学和计算机等专业基础。再借助引进的生物信息学团队教学与科研优势,以热带疾病为主要研究背景,开设生物医学信息学、生物医学网络分析方法、生物医学信息学前沿进展等专业核心课程,提升学生利用生物信息学知识剖析热带疾病致病机制、挖掘治病标记物的综合实践能力,有效连接基础研究与临床医疗。该人才培养模式成为服务于现代医学发展的新途径。

4.3 课内容与学科发展同步

考虑到生物信息学专业课理论知识的深度和抽象性,授课内容不能受限于教材或参考书,教师应持续关注学科最新前沿进展,通过阅读大量专业相关文献,不定期地将学科最新研究进展及时融入到教学活动中,保障教学与生物信息学领域前沿发展同步^[16]。例如,增加单细胞组学数据分析、非编码 RNA、多组学整合分析的前沿方法以及多组学大数据的生物信息学分析在热带疾病和重大疾病中的应用等前沿内容。

为使课堂内容更直观和浅显易懂,授课教师需提取代表性的论文作为案例,并将论文图片应用到课件中,凝练多媒体课件。对重要知识点讲解其来源、发展及未来展望,提升教学质量。此外,授课教师应适当引入不同学者的观点,鼓励学生敢于提出质疑,培养怀疑精神和批判精神,引导学生思考,更加全面地掌握知识。与此同时,实验课授课内容应以理论课堂案例为完成目标,以学生为主体,完成案例的思路设计和计算机编程实现,实行开放式教学,通过和前沿科研论文中结果比较,提高发现问题、解决问题及归纳总结的能力。同时鼓励学生自己通过多种途径主动关注学科发展前沿动态,拓宽知识面。

4.4 能力本位为主导的教学方法和教学手段改革

4.4.1 理论与实践紧密结合 生物信息学专业课程内容实践性很强,需要课堂理论与实践紧密结合。因此,教学方法应以“能力本位”为主导,以应用型生物信息交叉人才的社会需求为导向,将专业课程结构进行模块化,理论和实践以“案例”为基础实现一体化,重点考核学生专业能力及分析、解决问题的能力。

4.4.2 教学方法改革 (1) 辅助计算机作图与编程等手段,进行“直观和互动式”课程教授,并突出启发式、师生互动,加以引导式提问,引发学生思考,巩固学生获取的课堂知识。(2) 为拓展书本知识,选取具有代表性的前沿文献作为参考资料,组织学生分组,指导每组学生合力阅读获取前沿知识,并做简短的 PPT 汇报,进而加强学生独立阅读、思考、领会,及同学间讨论、合作和表达能力。(3) 在生物信息学核心专业课程中实施“以案例为中心”的教学方法,以解决实际问题为导向,侧重生物信息学方法在不同组学领域应用的教学改革。(4) 推动科研反哺教学。将自身科研成果与课堂教学内容相结合,科研辅助教学,通过科研教学一体化模式的教学改革培养学生学习的主动性和能动性,激发自主学习热情,从而提高创新意识和创新能力,也为其日后进行更深入的生物信息学研究打下牢固基础^[17]。

5 结语

生物信息学作为新兴前沿交叉特色学科,有机融合了生物学、医学、数学、计算机和信息科学的前沿研究,比传统单一学科更具有优势,已逐渐成为医学和生命科学领域的关键支撑。相较于其他相关专业,生物信息学本科专业建设还处于起步阶段,人才需求供不应求,学生就业前景良好^[18]。海南医学院人才培养在夯实学生知识体系结构的基础上,依托学校自身热带疾病特色的优势学科群和科研支撑平台,充分利用优势学科的引领作用,调动学生专业学习的积极性,从而培养出具有热带医学专长、国内急需

的生物信息学高端人才。相信在当今大数据时代,随着科技的进步,对生物信息学复合型人才的需求会越来越大,因此,各高校探索培养“各有所长”的生物信息学专业人才具有重要的现实意义,这也正是我国未来人才培养战略的发展方向。

参考文献

- GAUTHIER J, VINCENT A T, CHAARETTE S J, et al. A brief history of bioinformatics [J]. Briefings in bioinformatics, 2019, 20 (6): 1981–1996.
- LANDER E, LINTON L, BIRREN B, et al. Initial sequencing and analysis of the human genome [J]. Nature, 2001, 409 (6822): 860–921.
- NATH A, BILD A H. Leveraging single-cell approaches in cancer precision medicine [J]. Trends cancer, 2021, 7 (4): 359–372.
- 李霞, 李亦学, 廖飞. 生物信息学 (第 2 版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- 唐焕文, 靳利霞. 生物信息学的产生、发展及应用前景 [J]. 洛阳师范学院学报, 2001 (2): 133–136.
- 徐娟, 李永生, 邵婷婷, 等. 关于生物信息学专业本科生培养方案改革的思考 [J]. 赤子, 2017 (25): 88.
- 陈润生. 生物信息学 [J]. 生物物理学报, 1999, 15 (1): 5–13.

- 张华, 詹启敏. 精准医学的需求与挑战 [J]. 中国研究型医院, 2015, 2 (5): 17–25.
- 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): 66–71.
- 李兰芝, 易图永. 生物信息学人才培养模式研究与探索 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42 (20): 6874–6875.
- 本刊编辑部, 陈冠铭. 海南自由贸易港建设大幕已拉开 [J]. 科技中国, 2020 (9): 4.
- 都倩仪, 郭晴. 海南自由贸易港: 历史演进、现实需求与实现路径 [J]. 全国流通经济, 2020 (32): 87–89.
- 刘刚, 林仕岛, 耿松涛, 等. 自由贸易港建设的国际化科技人才创新培养: 模式与路径 [J]. 科学管理研究, 2020, 38 (4): 131–136.
- 裴理. 海南省高校产学研办学模式现状分析 [J]. 科教导刊 (中旬刊), 2017 (32): 29–30.
- 徐娟, 李永生, 张云鹏, 等. 新医科背景下构建多学科交叉融合的生物信息学专业特色课程体系 [J]. 高教学刊, 2021, 7 (21): 85–88.
- 杨俊丽, 韩竞, 叶鸿瑾, 等. 医学院校生物信息学课程建设与实践 [J]. 基础医学教育, 2019, 21 (2): 113–115.
- 邢军, 王兆月, 耿鑫, 等. 生物信息学科研转化教学的方法与实践 [J]. 中国高等医学教育, 2010 (7): 113–114.
- 邢永强, 刘国庆, 蔡禄. 生物信息学本科专业建设现状 [J]. 生物信息学, 2020, 18 (3): 195–200.

(上接第 93 页)

- 央广网. “智能羽翼”初长成智慧图书馆正崛起 [EB/OL]. [2022-03-26]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1688738940661928845&wfr=spider&for=pc>.
- 尹丽棠, 李星光, 陈敏, 等. 深圳市盐田区图书馆总分馆垂直一体管理模式 [J]. 图书馆论坛, 2021, 41 (8): 72–77.
- 周丽. “双一流”高校图书馆组织机构设置特点与启示 [J]. 图书馆建设, 2020 (2): 151–158.
- 邵波, 单轶, 王怡. 新一代服务平台环境下的智慧图书馆建设: 业务重组与数据管理 [J]. 中国图书馆学报, 2020, 46 (2): 27–37.
- 侯明艳. 智慧图书馆环境下高校馆员的角色转变 [J]. 现代情报, 2015, 35 (5): 165–167.
- 柯平. 关于智慧图书馆基本理论的思考 [J]. 国家图书

- 馆学刊, 2021, 30 (4): 3–13.
- 崔旭, 贺沛沛. 基于灰色关联分析的智慧图书馆政策要素和政策体系研究 [J]. 图书馆学研究, 2020 (17): 35–42.
- 田丽梅. 基于环境扫描的“十四五”时期高校图书馆智慧转型探索 [J]. 图书馆工作与研究, 2021 (10): 30–37.
- 殷环环, 李亚平, 张路路, 等. 第十二届图书馆管理与服务创新论坛综述 [J]. 大学图书馆学报, 2020, 38 (2): 18–23.
- 周丽, 刘金涛, 黄煜, 等. 组织转型、资源共享与空间再造: 新时代大学图书馆的重塑之道——第三届 (2018) “全球化视野·大学图书馆馆长论坛”综述 [J]. 图书馆杂志, 2020, 39 (4): 127–132.
- 张旋. 我国高校图书馆智慧服务研究现状分析 [J]. 图书馆工作与研究, 2020 (9): 109–116.