

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2024.04.019

生物医用纺织材料专业“点-线-面-体-桥”教学模式探索与实践

关国平^{1,2}, 林婧^{1,2}, 王富军^{1,2}, 高晶^{1,2}, 王璐^{1,2}

(1. 上海市现代纺织前沿科学研究基地, 东华大学纺织学院, 上海 201620;

2. 纺织面料技术教育部重点实验室, 东华大学纺织学院, 上海 201620)

【摘要】智能化时代对高层次拔尖创新人才的培养提出了新的更高的要求。高校作为高层次拔尖创新人才的培养主体,积极探索新的教学模式、主动谋划培养拔尖创新人才,是应对科技革命及产业变革的前瞻性举措。生物医用纺织材料专业是纺织科学与工程一流学科的新兴分支,属于纺织、材料、生物及医学等交叉学科。生物医用纺织材料专业学生的知识背景以纺织为主,融合材料、生物及医学等相关学科知识。为了提高拔尖创新人才培养质量,该文探索了一种“点-线-面-体-桥”教学模式,即知识点、知识线、知识面、知识体系及知识体系与其他领域交叉融合的知识桥。实践证明,该教学模式可以帮助学生主动将知识点连接成知识线,再将不同课程的内容联系起来扩大知识面,最后形成较完整的生物医用纺织材料知识体系。更重要的是,学生能够将已经建立的知识体系与最新科技进步、社会及家庭资源、个性化的知识经验等进行桥接拓展,形成具有可扩展性的个性化新知识体系。该模式使学生的创新创造能力、解决复杂工程问题的能力得到了显著提升,为持续学习、终身学习打下了坚实的基础。

【关键词】交叉学科; 创新; 教学改革; 人才培养; 教学模式**【中图分类号】** R318、G642**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2024) 04-0418-06

Exploration and Practice of the “Point-Line-Range-System-Bridge” Teaching Mode for Biomedical Textile Materials Major

GUAN Guoping^{1,2}, LIN Jing^{1,2}, WANG Fujun^{1,2}, GAO Jing^{1,2}, WANG Lu^{1,2}

(1. Shanghai Frontiers Science Center of Advanced Textiles, College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China;

2. Key Laboratory of Textile Science & Technology, Ministry of Education, College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China)

【Abstract】 Intelligence era has put forward new and higher requirements for the cultivation of high-level innovative talents. As the main body of cultivating high-level innovative talents, universities actively explore new teaching modes and plan to cultivate top-notch innovative talents, which is a forward-looking measure to respond to the technological revolution and industrial transformation. Biomedical textile materials major is an emerging branch of textile science and engineering, belonging to interdisciplinary fields including textiles, materials, biology, and medicine.

收稿日期: 2024-01-06。

第一作者: 关国平, 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为生物医用纺织材料, 邮箱 (E-mail): ggp@dhu.edu.cn。

通信作者: 王璐, 女, 教授, 博士生导师, 研究方向为生物医用纺织材料, 邮箱 (E-mail): wanglu@dhu.edu.cn。

The knowledge background of students majoring in biomedical textile materials is mainly focused on textiles, integrating knowledge from related disciplines such as materials, biology, and medicine. Therefore, in order to improve the quality of cultivating top-notch innovative talents, the article proposes a “point-line-range-system-bridge” teaching mode, which includes knowledge points, knowledge lines, knowledge ranges, knowledge systems, and knowledge bridges that integrate knowledge systems with other fields. Practice has proven that this mode can help students actively connect knowledge points into knowledge lines, then connect different course content to expand their knowledge ranges, and finally form a relatively complete knowledge system of biomedical textile materials. More importantly, students are able to bridge and expand their established knowledge system with the latest technological advancements, social and family resources, and personalized knowledge and experience, continuously forming a scalable and personalized new knowledge system. Innovative and creative abilities of students, as well as their ability to solve complex engineering problems have been significantly improved. This provides a solid foundation for their continuous and lifelong learning.

【Key words】 Interdisciplinary; Innovation; Teaching Reform; Talent Cultivation; Teaching Mode

0 引言

交叉学科对培养高层次拔尖创新人才,更好地解决“卡脖子”问题,进一步强化国家科技创新能力,产出原创性、颠覆性、突破性成果,均具有举足轻重的作用^[1]。2020年3月,中央机构编制委员会下发《中央编办关于国家自然科学基金委员会设立交叉科学部的批复》,交叉科学部于同年11月正式成立。2020年9月22日,教育部、国家发展和改革委员会、财政部联合发布了《关于加快新时代研究生教育发展的意见》,明确提出要促进交叉学科发展,探索建立交叉学科发展特区,设立一批交叉学科中心,培养关键领域核心技术高层次人才。2021年1月,国务院学位委员会、教育部印发《国务院学位委员会 教育部关于设置“交叉学科”门类的通知》,“交叉学科”正式成为我国第14个学科门类。可见,推动学科交叉、促进科学研究原始创新、提高高层次拔尖人才质量,在国家教育和科技界已成为广泛共识。

然而,在交叉科学实现深度交叉的过程中,面临来自科学研究内部认知结构与外部社会结构的双重挑战^[2]。在人才培养和教育教学方面,存在不同学科课程知识体系之间割裂、学生灵活运用知识解决复杂工程问题的能力薄弱、学生创新创造能力较弱等问题^[3,4]。因此,本文以东华大学交叉学科“生物医用纺织材料”为例,介绍如何在学科建设过程中探索建立“点-线-面-体-桥”教

学模式。以期为其他交叉学科人才培养教学模式提供参考和借鉴。

1 “生物医用纺织材料”交叉学科发展历程

东华大学纺织科学与工程学科是国家一级学科、一流学科、上海高校I类高峰学科,为我国培养了大批纺织行业领袖和知识精英。在新中国成立初期,纺织产业不仅解决了全国人民的穿衣问题,还成为国家的支柱产业^[5]。随着社会的进步和科技的发展,纺织行业迎来了新的发展机遇——产业用纺织品。生物医用纺织品是产业用纺织品的典型代表,是新工科与新医科融合的具体体现。生物医用纺织材料深度融合了生物学、医学、纺织科学与工程、材料科学与工程等学科,具有典型的交叉学科特征。

2010年,为满足国家战略性新兴产业对紧缺人才的迫切需求,东华大学积极申报并最终获批建设“功能材料”新专业,下设“生物医用纺织材料与技术”方向,建立了包括材料、生物、医学、纺织等学科在内的较完整的课程体系,如图1所示。2010年,教育部批准在纺织科学与工程一级学科下设立“纺织生物材料与技术”二级学科硕士点和博士点,本、硕、博一体化教学体系基本形成。2020年,“生物医用纺织品”课程获得首批国家级一流本科课程。2011年,功能材料专业获评国家级特色专业。2023年,功能材料专业被评为国家级一流专业。

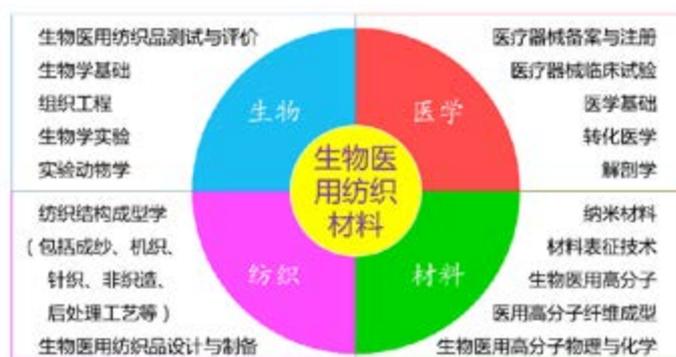


图1 生物医用纺织材料专业课程体系

Fig.1 Curriculum system of biomedical textile materials major

2 交叉学科“生物医用纺织材料”教学中的常见问题

在学科建设之初，交叉学科的课程体系往往容易流于拼图式的拼凑，缺少真正意义上的深度融合。这是因为最初教学团队中的教师缺乏多学科之间的交叉融合，专任教师只是各自专业领域内的专家。因此，交叉学科早期的教学中常见以下几个问题。

2.1 不同学科课程知识体系之间割裂

对本科三年级和四年级的学生而言，虽然学完了多门不同学科的课程，但是很难将单一课程的知识与其他学科的知识密切联系起来，或者很难将不同课程的知识与理论应用到开发具体的生物医用纺织品的实践中来。尤其是纺织工程与科学学科背景的学生，缺少对生物学、医学、材料学等学科知识系统的学习，尚未奠定坚实的交叉学科基础。

2.2 学生灵活运用知识解决复杂工程问题的能力薄弱

运用知识解决问题的能力是重要的毕业要求之一，也是每门课程最基本的实践或能力要求。然而，当多学科基础知识储备不足、基本概念不清晰、基本理论不熟悉及基本技能掌握不熟练时，学生很难运用知识分析问题、提出解决方案并通过实验验证方案。

2.3 学生创新创造能力较薄弱

创新创造是智力活动的高阶能力。只有当多学科基础知识储备充分，具备综合运用知识解决复杂问题的能力时，才有可能创新创造。反之，当不同学科知识体系割裂，灵活运用知识的能力尚未具备时，创新创造能力就会薄弱。现实问题往往是复杂

的工程问题。例如，改进现有产品或开发新产品，需要广博的知识面、扎实的基础和很强的综合运用知识的能力。

3 “点-线-面-体-桥”教学模式的建立

针对以上交叉学科“生物医用纺织材料”教学中存在的问题，本文提出了“点-线-面-体-桥”教学模式，包括建设交叉学科教学团队、教学团队共授一门课、具体产品案例式教学及“点-线-面-体-桥”教学模式的具体释义。

3.1 建设交叉学科教学团队

交叉学科的教学团队不仅需要具备来自不同学科的师资，而且需要来自产业、审批审评、检验机构的专业人员。除了授课教师，还需要经验丰富的实验师。教学团队中如果有合理的年龄梯度，则更有利于可持续发展。因为交叉学科的发展成熟是一个漫长的过程，需要长时间的融合。如果师资之间能够尽快融合，则会大幅加快交叉学科教育教学体系的完善。其中较好的途径是，教师本身具备多学科受教育背景。

3.2 教学团队共授一门课

授课教师除独立主讲一门专业课外，还应参与一门核心、高阶课程的讲授，如“生物医用纺织品”。请研究方向与课程内容一致的教师讲授相应的部分，不仅能将知识讲解得更深入细致，还能将最新科研进展带入课堂，实现科教融合。此外，团队教师之间的教学研讨可以更快地促进不同学科之间的交叉融合，也有利于加深学生对多学科知识交叉融合的理解。

3.3 具体产品案例式教学

以面向伞兵的踝护具和面向主动脉瘤的覆膜支架为例, 尽管两者临床应用的适应症不同, 但是开发思路和流程是共通的。第一, 挖掘临床需求或发现与提出问题。第二, 综合运用所学知识分析问题, 构思解决方案。第三, 选择材料、工艺和装备, 制备原型。第四, 测试与评价, 循环反馈, 持续改进。

3.4 “点-线-面-体-桥”教学模式的具体释义

“点-线-面-体-桥”教学模式如图2所示, 是指从知识点、知识线、知识面、知识体系到知识桥(知识体系继续向外扩展的接口)的教学模式。知识点[见图2(a)]是最小的教学单位, 可以是概念、公式、定理或基本理论, 如氨基酸、蛋白质、

细胞、细胞学说等。每门课程都会教授许多知识点。而相关知识点之间通过一维的联系, 就构成了知识线[见图2(b)]。例如, 戊糖、碱基和磷酸基团构成核苷酸, 核苷酸之间通过磷酸二酯键形成核酸链, 核酸又分为DNA和RNA。DNA双链结构符合碱基配对原则, 遗传信息的传递符合中心法则。可进一步引申到诺贝尔奖、双螺旋结构的发现、核酸的一级结构、二级结构、三级结构、染色质、染色体、细胞分裂及细胞周期等知识点。可见, 使用一定的逻辑梳理散乱的知识点, 可以得到一条清晰的知识线。学生们不再是机械地死记硬背, 而是可以轻松地理解和准确地记忆每个知识点及它们之间的关系。

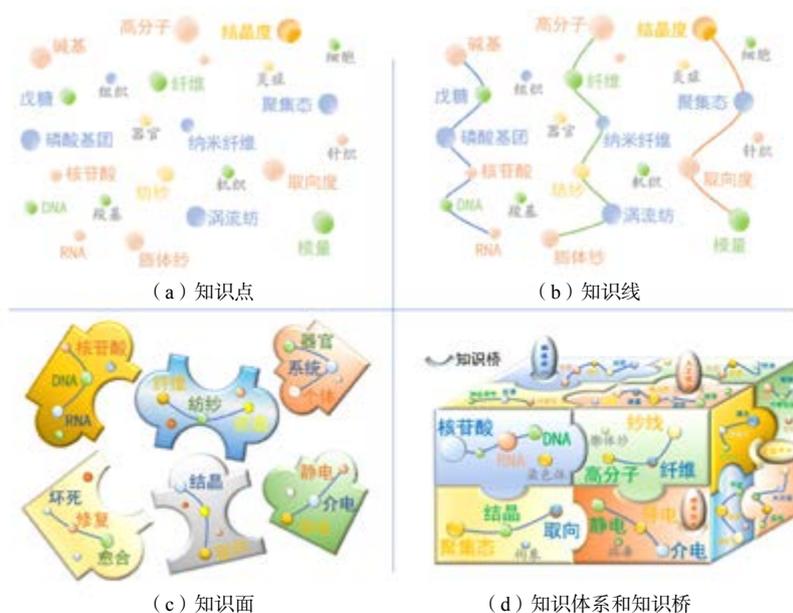


图2 “点-线-面-体-桥”教学模式

Fig.2 Schematic drawings of teaching mode of “point-line-range-system-bridge”

除了“生物学基础”课程中有许多诸如此类的知识线, 在医学、材料学及纺织类课程中, 同样会梳理许多这样的知识线。当学生们获得了不同学科足够多的知识线之后, 知识面[见图2(c)]就会自然形成并得以拓宽。同理, 当知识面积累到一定数量, 且在空间上能够相互交接、支撑时, 知识体系[见图2(d)]就形成了。通过具体的医用纺织品的案例式教学, 可以大幅加快知识面之间的相互

联系, 促进知识体系的建立。例如, 通过介绍一系列产品(如面向伞兵的踝护具、面向主动脉瘤的覆膜支架、高强可降解人工韧带、疝修补片等)的开发思路和基本流程, 学生可触类旁通, 通过类比、模仿等方法举一反三, 尝试解决新的临床问题或生活中新发现的问题。此时, 学生已基本具备生物医用纺织品开发的知识体系。

对培养高层次拔尖创新人才而言, 建立基本的

知识体系还不够。如果能够基于现有的知识体系进一步拓展延伸,并能够灵活运用知识解决复杂的工程问题,甚至能够主动挖掘临床需求、发现新问题,创新性地提出解决方案,那么距离我们的培养目标就更近了。

当代科技发展日新月异,科技前沿热点不断涌现。将科技前沿与已建立的知识体系进行桥接拓展,是保持自身专业处于科技前沿的有效途径。因此,在“点-线-面-体-桥”教学模式中,本文创新性地提出了“知识桥”[见图2(d)]的概念,知识桥是现有知识体系与更广泛的科技领域之间建立联系的接口。例如,脑机接口(Brain Computer Interface, BCI)是当前脑科学与信息科学交叉融合的前沿领域之一。植入式BCI需要同时满足生物安全性、生物相容性及生物功能性等要求,与植入性生物医用纺织材料的要求一致。因此,一方面可以启发学生思考如何基于生物医用纺织材料开发BCI;另一方面可以向学生提问如何开发柔性BCI。这种启发性问题就是联系现有知识体系与前沿科技的知识桥。再如,随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)的迅猛发展,可以启发学生思考如何将人工智能应用到智能可穿戴医用纺织品中。这种启发和提问就是知识桥。通过这样的知识桥,可以将现有生物医用纺织材料知识体系和最新科技前沿(BCI和AI)联系起来。

综上所述,该教学模式不仅可以帮助学生梳理繁杂的知识点以形成知识线,扩大知识面,建立完整的知识体系,而且可以帮助学生建立持续学习、终身学习的习惯,使学生终身受益。

4 “点-线-面-体-桥”教学模式的成效

本文基于“生物医用纺织材料”交叉学科长期以来的教学实践,针对交叉学科建设过程中存在的关键问题,创新性地提出了“点-线-面-体-桥”教学模式。经过多年的实践检验,该教学模式取得了显著的成效。

4.1 多学科知识融会贯通、理论联系实际能力明显提升

学生能够将不同学科的知识进行整合,形成完整的知识体系;能够理解不同学科之间的区别与联

系,将不同学科的知识进行交叉融合,以解决具体问题;通过参与实际项目和工程实践,能够将理论知识与实际应用相结合;基本具备自主学习和终身学习的能力,能够根据实际需要自主选择学习内容和方式,不断更新自己的知识体系。

4.2 综合运用知识解决问题能力明显提升

学生思考问题的方式不再是浅尝辄止,而是通过连续的自我发问钻研问题的本质,再综合运用多学科知识,从不同的角度分析问题、优选方案;面对现实中复杂的工程问题,能够提出具备新颖性、创造性、可行性的解决方案;思考问题的广度和深度有了质的提高;能够熟练运用各种工具和软件进行设计与模拟,以提高效率;具备与多学科专业人士对话的能力。

4.3 创新创造能力明显提升

学生无论是在课堂的信息分享环节还是在平时的邮件交流过程中,都能够提出一些不同于传统方法的、新奇独特的想法,其中有些想法转化为大学生创新课题获得立项,有些想法成为大赛项目并获得奖励,有些想法成为本科毕业课题,学生参与论文发表与专利申请的人数越来越多,发表的论文年均10篇左右;业余时间能够主动自学创新思维与方法;批判性思维初步形成。

4.4 其他方面的成效

学生的学习兴趣、学习主动性和积极性明显提升;上课出勤率100%,无故旷课、迟到早退现象基本杜绝;课上参与信息分享的积极性、主动性明显提高;对专业的理解及热爱程度进一步加深,转入本专业学生的人数逐年增加;留心观察、主动思考的习惯基本养成;课后主动查阅文献、寻求老师指导开展实验论证的学生逐年增多;联系科技前沿的能力明显提升,不少学生开始思考如何将人工智能应用在与自己的专业、兴趣相关的生活、学习场景中。

5 总结与展望

生物医用纺织材料是纺织科学与工程学科的重要分支,是服务“健康中国”“面向人民生命健康”战略的新兴学科。生物医用纺织材料属于典型的交叉学科。本文针对交叉学科人才培养、教育教学中

存在的关键问题,探索建立了“点-线-面-体-桥”教学模式。其根本落脚点是提高学生创新创造的能力、解决复杂工程问题的能力及理论联系实际的能力。实践证明,该教学模式在解决当前交叉学科教学中学科知识分离、学生知识运用能力不足等问题方面取得了显著成效。该教学模式也可以为其他交叉学科的教学改革提供参考和借鉴。

参考文献

- [1] 梁金生, 王亚平. 交叉学科背景下特种功能材料领域复合型创新人才培养模式的探索与实践[J]. **大学: 教学与教育**, 2023(2): 1-5.
LIANG Jinsheng, WANG Yaping. Exploration and practice of compound innovative talents training mode in special functional materials field under interdisciplinary background[J]. **University: Teaching and Education**, 2023(2):1-5.
- [2] 朱晶, 姜雪峰. 跨越认知价值鸿沟——交叉科学何以深度交叉[J]. **探索与争鸣**, 2023(2): 45-54.
ZHU Jing, JIANG Xuefeng. Crossing the epistemic values' gap: how interdisciplinary science intersects deeply[J]. **Exploration and Free Views**, 2023(2): 45-54.
- [3] 王俊, 白杨, 胡盟. 基于教学过程、年级和学科专业三维融合的交叉学科教学改革[J]. **教育研究**, 2023(8): 113-121.
WANG Jun, BAI Yang, HU Meng. The interdisciplinary teaching reform based on the three-dimensional integration of the teaching process, grades and disciplines[J]. **Educational Research**, 2023(8):113-121.
- [4] 陈祥. 新工科背景下交叉学科实践教学平台构建[J]. **科技创业月刊**, 2021, 34(10): 108-111.
CHEN Xiang. Research on the construction of interdisciplinary practice teaching platform under the background of new engineering[J]. **Journal of Entrepreneurship in Science and Technology**, 2021, 34(10): 108-111.
- [5] 陈义方. 纺织大国崛起历程: 中国纺织工业的70年[J]. **东方企业文化**, 2017(1): 47-53.
CHEN Yifang. Rise of textile power: 70 years of Chinese textile industry[J]. **Oriental Enterprise Culture**, 2017(1): 47-53