

05 森林工程作业与环境(学科方向学位课)	282
06 家具学(学科方向学位课)	285
07 生物质能源转化理论与技术(学科方向学位课)	289
08 林业机械装备智能化技术(学科方向学位课)	292
0830 环境科学与工程一级学科研究生核心课程指南	295
01 环境科学与工程前沿	295
02 生态文明建设理论与实践前沿	297
03 可持续发展引论	299
04 饮用水安全处理理论与技术	302
05 污水处理与资源化理论与技术	304
06 高等大气污染控制工程	307
07 高等固体废物管理	309
08 土壤与地下水污染防治工程	311
09 高等环境化学	314
10 现代环境生物技术	316
11 环境毒理与健康风险	319
12 大气污染化学和物理	322
13 环境规划与管理	324
14 环境与资源经济学	327
15 环境生态学	329
16 生态保护与修复	332
0831 生物医学工程一级学科研究生核心课程指南	335
01 系统生物医学	335
02 生物医学传感技术与系统	337
03 先进生物医学材料	339
04 微无创诊疗技术与应用	341
05 医学大数据与人工智能	343
06 神经与康复工程	345
07 生物医学影像技术	347
08 BME 设计与管理	349
09 数字医学技术与应用	352
10 生物芯片技术与应用	354
0832 食品科学与工程一级学科研究生核心课程指南	357
01 高级食品化学	357
02 现代食品微生物学	359
03 食品化学进展	362
04 食品生物技术进展	364
05 食品科学与工程专题	366
06 现代食品营养学	368
07 食品科学专题	371
08 农产品加工与贮藏工程专题	373

0831 生物医学工程一级学科研究生核心课程指南

01 系统生物医学

一、课程概述

系统生物医学属于多学科交叉的前沿研究领域,目前正处在高速发展过程中。系统生物医学是生物医学工程专业的前沿性基础课程,目的是建立生命科学与重大疾病的整体观念,了解高通量生物组学与大数据的分析方法,以适应当前生物医学在定量化、精准化和可预测性方向上的迅猛发展趋势。本课程将在阐述系统生物学理念的基础上,结合分子病理学等知识体系,以临床问题为核心,学习高通量技术在生物检测、临床诊断、疾病机理、重大疾病治疗等方面的应用。

二、先修课程

基础生物学(分子生物学、细胞生物学等)、微积分等高等数学、普通物理学等。

三、课程目标

学生应掌握系统生物学的基本理念,了解系统生物医学常用的技术方法,建立生命体系的系统思维模式,学习高通量生物检测和分析方法,掌握与生物大数据有关的数据库、分析工具、定量化预测模型等核心技术,提高用系统生物学的理念探索分子机制和分析疾病过程的能力。

四、适用对象

本课程是生物医学工程专业研究生课程,是一门通识性基础课程。生物医学工程专业属于高度交叉的、理科导向的新兴工程学科,研究生的入学背景差异较大,科研目标也跨越物理学、化学、材料科学与工程、计算机科学与技术、医学等不同学科。为了满足各种不同需求,本课程设立相对独立又互相关联的多个模块,由在相关领域学有所成的教师,按照课程大纲的要求独立授课。研究生在导师的指导下选取若干模块,以满足各自不同的培养目标。其中,系统生物学基本概念为必选模块,以确保核心理念的讲授与掌握。

五、授课方式

本课程主要采用课堂教学的方式授课。此外,若干模块也会引进课堂展示、数据实际操作等多种形式。

六、课程内容

本课程目前设立以下六个模块。课程负责人在与相关授课教师协调后,制定课程大纲,确保各模块之间的系统性和连续性。授课教师依照大纲制定具体授课内容。学生需选择至少三个模块,并达到一定的考试成绩,方可获得相应学分。

模块一 系统生物学基础(必选)

主要内容:阐述系统生物学的基本理念,讲解复杂系统的特点和思维方式、生物调控网络和分析方法以及构建网络的实验基础(如多种组学数据的关系等);鉴于系统生物学仍然处在早期发展阶段,其所面临的挑战以及内在局限也是重点讨论的内容。

模块二 分子病理学基础

主要内容:以疾病的临床诊治为主线,阐述重大疾病的分子基础,并在系统生物学的框架下讨论疾病发生的机制;本模块主要是为生物学/医学基础较为薄弱的学生设置的,本模块还应包括相应的解剖与生理的基础知识。

模块三 系统生物医学技术基础

主要内容:系统介绍高通量组学技术,包括高通量基因测序技术(如免疫共沉淀、Hi-C等)、单细胞组学技术、代谢组学、蛋白质组学、血液分析(如生物标记物等);相应的生物大数据分析方法,包括人群分析、个体特异性等;重点讨论相关技术的局限性、临床需求与挑战等。

模块四 计算生物学

主要内容:介绍与常用的生物信息学有关的数据库、算法及工具,特别是组学数据的处理方法及其潜在局限性;本模块侧重实际应用,通过课外作业提高学生实际运用若干通用软件的能力,本模块还包括基本的网络建模方法(如共表达网络)、动力学模拟、多组学数据整合分析等。

模块五 重大人类疾病的机理与应用

主要内容:选取肿瘤、心脑血管等重大疾病以及衰老过程,在系统生物学的框架内讨论相关研究的最新进展,探讨在诊断、干预、预防等方面的突破与挑战,重点讨论药物应答的系统生物学分析。

模块六 合成生物学与应用

主要内容:合成生物学不但是系统生物学的重要应用之一,也是构建系统生物学体系的重要手段;本模块主要介绍通过内在网络重编程的技术解析细胞网络的关键节点,以及如何通过重编程构建新的功能,并探讨其在临床医学中的应用。

七、考核要求

各模块单独考核,考核分为作业成绩(40%)和开卷考试(60%)。课程总成绩按照所学模块的课时数加权计算。

八、编写成员名单

邵志峰(上海交通大学)、陆祖宏(东南大学)。

02 生物医学传感技术与系统

一、课程概述

生物医学传感器是生物医学工程一级学科研究生的重要专业基础,也是生物医学工程、临床检验等行业从业人员的必备知识。随着人类健康需求与生命科学深层次研究的不断发展,对自身生理信息及疾病发生发展过程、遗传信息、神经调控机制等研究需要更高水平的传感技术予以支撑;同时,社会竞争加剧、生活方式改变以及人口老龄化、环境等因素给人类健康带来更大挑战,早期诊断、快速检测、精准靶向治疗等领域也对生物医学传感技术提出了更高要求。人工智能、机器人、大数据、生物芯片等新技术的出现也为生物医学工程带来了新机遇,而作为所有生理信息的获取端,生物医学传感器的重要性不断凸显。生物医学传感技术与不断涌现的新技术的融合,也正是促使现代生物传感技术不断进步的源动力。本课程的教学目的在于使学生掌握生物医学传感技术的理论体系,生物医学传感技术的最新发展现状与应用案例;促使学生对生物医学传感技术有更进一步的认知;引导和促进学生将课程学习的知识与自身研究方向进行有机整合,掌握传感检测器件方案设计策略、准则与方法;培养学生利用所学生物医学传感技术知识,分析生命科学传感检测需求,选用合适的理论方法和工程技术手段获取生理信息的综合应用能力。

二、先修课程

生理学、解剖学、细胞生物学、电路原理、信号与系统等,具有生物医学工程及相关专业的学士学位。

三、课程目标

本课程通过介绍生物医学传感技术理论体系,特别是深入介绍近年来快速发展的细胞与分子传感、微纳传感检测、可穿戴式检测等新型生物医学传感检测技术的分析方法及信号处理技术,使学生能够深入认识生物医学传感技术的发展动向与实现方法;具备生物医学传感检测系统所涉及的敏感元件设计制备、信号分析及处理、系统整体构建等方面的综合应用能力,为后续的研究工作打下基础。

四、适用对象

本课程适用于生物医学工程一级学科的博士研究生和硕士研究生。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程兼顾不同专业背景的研究生,重点讲解生物医学传感技术的理论和核心方法,结合国内外相关的研究进展和实际应用案例,使其能够较好地了解本新兴学科的基本工程问题及其解决方法。

五、授课方式

本课程主要采用课堂授课的方式教学。教师通过图文并茂的 PPT 和板书,演算推导课程中的重要理论公式,介绍国内外最新研究进展和实际应用案例;根据各章节的知识要点,设置课上讨论环节,布置课后作业,鼓励学生课后查阅网站、书籍和文献资料,或深入调研相关应用发展动向,加深学生对理论知识的理解,拓展学生对生物医学传感技术的现状和发展趋势的知识面。

六、课程内容

第一章 绪论

主要内容:概述生物医学传感器的主要研究领域和应用。

第二章 经典生物医学传感技术

主要内容:介绍电阻、电容、电感、压电、光电、热电等传统经典生物医学传感技术的最新发展动向及应用案例;应用案例重点关注传感检测系统的设计理念、思路及设计方案。

第三章 生物分子传感器

主要内容:介绍酶传感器、免疫传感器、DNA 传感器、受体及离子通道传感器的传感检测理论;结合应用案例,介绍生物分子传感器设计策略及系统方案制订原则。

第四章 细胞和组织传感器

主要内容:介绍微生物细胞传感器、细胞代谢测量、细胞阻抗测量以及细胞电生理测量等传感检测理论;结合应用案例,介绍细胞和组织传感器设计策略及系统方案制订原则。

第五章 生物芯片

主要内容:介绍基因芯片、蛋白质芯片的发展历史,以及上述传感检测技术的理论基础和最新发展动向;结合应用案例,介绍和讨论生物芯片的设计、信号处理策略;介绍微流控芯片的发展历史,结合 POCT 等热点应用,介绍微流控芯片的设计方案、传感检测体系集成策略。

第六章 仿生传感器

主要内容:介绍人工眼、人工耳蜗、电子鼻、电子舌等仿生传感技术的发展现状及应用案例,介绍仿生传感器设计与应用策略。

第七章 智能化生物医学传感技术

主要内容:介绍和分析人工智能、大数据等新技术在生物医学传感检测中的应用案例。

第八章 生物医学传感检测系统方案设计讨论

主要内容:学生自由分组开展生物医学传感检测系统方案设计,包括传感检测整体方案、检测原理、传感检测模块设计、信号处理策略等;各小组传感检测系统方案设计通过 PPT 汇报;本课程设置讨论环节,通过组织学生进行课堂讨论,最终形成项目设计报告,加深学生对理论知识的理解,培养其发现问题及解决问题的能力。

七、考核要求

考核分为上课出勤情况和平时成绩+期终考试成绩。上课出勤情况和平时成绩占 30%;期终考试成绩占 70%。

八、编写成员名单

侯文生(重庆大学)、胡宁(重庆大学)、王平(浙江大学)、刘清君(浙江大学)、万浩(浙江大学)。

03 先进生物医学材料

一、课程概述

先进生物医学材料是生物医学工程一级博士研究生和硕士研究生的核心课程之一,是在与生物医学材料相关的先修课程的基础上,重点探讨先进生物医学材料的发展及应用的一门科学,涉及材料科学与工程、医学和生物学等多学科交叉领域,系统讲述各类先进生物医学材料的设计、制备、表征、组成、结构、性能和应用。

本课程从生物医学材料的分类,各类生物医学材料组成、结构及性能的特点,材料的生物相容性,生物医学材料的评价,可降解生物医学材料,纳米自组装生物医学材料,智能生物医学材料,以及先进生物医学材料的应用和发展等多个方面,全面系统地介绍先进生物医学材料的相关理论、知识和基本应用。通过本课程的学习,学生将较系统地掌握先进生物医学材料的基本理论,具备与先进生物医学材料有关的基本知识和基本技能,为在生物医学材料科学及相关领域从事研究、教学、科技开发及管理工作奠定较好的基础。

二、先修课程

生物医学材料导论、生物医学工程导论、生物医用高分子材料、材料科学与工程基础、组织工程学。

三、课程目标

学生应掌握先进生物医学材料的概念、分类、特性,常用的改性方法、评价方法,研究内容与主要研究手段,在医学领域的各种应用;重点掌握生物医用无机材料、金属材料、高分子材料、各类新型复合材料及纳米材料、智能材料的设计、制备、表征和应用;提高对生物医学材料的设计及创新能力。

四、适用对象

本课程适用于生物医学工程一级学科的博士研究生和硕士研究生。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程兼顾不同专业背景的研究生,重点讲解先进生物医学材料的各种类型、主要改性方法、与生物学有关的性能评价及其应用。

五、授课方式

本课程以理论教学为主,在理论教学过程中可采用多种多媒体手段丰富教学效果。在教学过程中,用实物、虚拟现实(Virtual Reality,VR)或增强现实(Augmented Reality,AR)的手段向学生展示生物医学材料及其在设计、制备和应用中的典型案例。可邀请相关企业的研发生产人员讲述生物医学材料在生产过程中的质量控制和评价;邀请临床医生讲述生物医学材料在临床应用中的具体案例。

师生互动,通过面授辅导、电子邮件、微信及QQ等方式进行教学和答疑。教师之间可通过讨论、会议等交流教学经验、提高教学质量。

六、课程内容

本课程内容主要包括生物医学材料的分类及基本性质;生物相容性概念的发展对先进生物医学材料提出的挑战;生物医学材料的常用改性方法及其影响;可降解生物医学材料;纳米生物医学材料及自组装技术;智能生物医学材料;先进生物医学材料在药物释放系统、生物诊断领域和临床治疗方面的应用;先进生物医学材料的发展趋势及应用前景。其主要内容如下:

第一部分 生物医学材料的概念、分类和基本特点

1.1 先进生物医学材料的概念

1.2 金属生物材料

主要内容:金属生物材料结构和性能的关系,金属生物材料的设计。

1.3 无机非金属材料

主要内容:生物陶瓷材料的概念和分类,设计与表征;生物陶瓷及生物玻璃的设计。

1.4 生物医用高分子材料

主要内容:高分子生物医学材料的分类、设计与表征。

1.5 复合生物医学材料

主要内容:当前先进复合生物医学材料及发展趋势。

第二部分 生物材料的生物相容性

2.1 生物相容性概念的发展对先进生物医学材料不断提出新的挑战和要求

2.2 生物医学材料-组织基体相互作用的研究及评价方法的发展

主要内容:组织相容性评价原则和方法(包括细胞与材料的相互作用,生物医学材料的钙化,金属材料的腐蚀及磨损,高分子材料的降解对人体组织的影响,炎性反应、过敏反应、致癌性的基本机理研究和测试方法以及这些不良反应与生物材料形态与结构的关系),血液相容性评价原则和方法(重点掌握材料导致的溶血、凝血与抗凝、补体系统与免疫系统激活的评价方法)。

第三部分 生物医学材料涉及的常用改性方法及其对材料的影响

3.1 各类生物医学材料常用的改性手段

3.2 各类改性方法对材料和生物体的积极作用和消极影响

第四部分 可降解生物医学材料

4.1 各类生物医学材料(高分子、无机非金属、金属、复合材料)在生物体内的降解对生物体的影响

4.2 保持生物医学材料在体内稳定的措施

4.3 可降解生物医学材料的设计与应用

第五部分 纳米生物医学材料及自组装技术

5.1 掌握常用纳米生物材料的制备方法和表征手段

5.2 了解自组装技术的特点、应用和发展趋势

第六部分 智能生物医学材料

主要内容:对温度、酸碱度、光、生物活性分子、场效应(磁场、电场、力学场)或超声波响应的各类生物材料的设计、合成和表征。

第七部分 先进生物医学材料的应用

7.1 在药物释放系统的应用

主要内容:了解可控药物释放系统的工作原理;重点掌握智能药物释放系统及其所用材料的制备方法和表征手段。

7.2 在生物诊断领域的应用

主要内容:了解生物诊断用先进医学材料的设计与应用基本知识。

7.3 在临床治疗方面的应用

主要内容:学习先进生物医学材料在人工器官领域、再生医学领域、介入治疗领域、整形外科等其他医学领域的应用。

第八部分 先进生物医学材料的发展趋势及应用前景

七、考核要求

本课程采用考试及课程论文相结合的考核方式。课程论文要求结合研究生自己的课题,阐述先进生物医学材料的设计思路、表征手段及潜在应用等。

八、编写成员名单

赵长生(四川大学)、孙树东(四川大学)、尹光福(四川大学)等,薛巍(暨南大学)等。

04 微无创诊疗技术与应用

一、课程概述

“诊疗——让病人受伤害更小”是人类诊断和治疗医学的终极目标。长期以来,穿刺、活检等有创方式是最常规的诊断手段,人类治疗肿瘤等疾病也几乎全是采取手术方式,开颅、高位截肢、大面积切除乳腺、子宫、肝脏、肾脏等,在治疗过程中患者所承受的身体创伤一点也不亚于疾病的痛苦和折磨。而医学研究证明,人体是一个完整的生态系统,每一个器官都在其中发挥着独特的不可替代的作用。现代医学发展方向是希望在实现诊疗目的的基础上,尽量减少对患者

的损伤。从“大创”到“微创”、从“有创”到“无创”,这是人类医学发展的必然趋势,也是人类文明进步的永恒追求。

在 20 世纪的医学领域,人类走过了从有创诊断到微创诊断、再到无创诊断的历程。进入 21 世纪,医疗装备的研发和应用也正处于从有创、微创到无创的发展阶段。

微无创诊疗技术与应用从微无创医学理念、微无创诊断技术、微无创治疗技术到未来数字化的诊疗一体手术技术等方面,充分展现诊疗医学发展历程及趋势,以及全球临床应用情况,有助于研究生站得更高,看得更远。

二、先修课程

大学物理、医学影像学、电子电路、生物医学传感器、医学信号处理等,要求学生具有生物医学工程、临床医学及相关专业的本科或研究生阶段学习基础。

三、课程目标

本课程注重拓宽研究生的知识面和专业视野,培养研究生的创新思维和能力。通过本课程的学习,研究生应掌握医院常用微创、无创医学诊断和治疗设备的原理、结构和临床应用知识,毕业后能适应科研院所、医院对快速发展的诊疗设备的研发、维护、管理需求及大型医疗设备的使用人才需求。

四、适用对象

本课程是生物医学工程一级学科的博士研究生和硕士研究生核心课程。由于生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程兼顾生物医学工程专业研究生不同专业背景,重点讲解各类微创、无创诊断和治疗技术,以及与其相关的基础知识,结合实验原理演示、设备观摩,除了让研究生理解各类技术和设备的基本原理,还致力于培养其动手能力和科学创新素养。

五、授课方式

本课程主要采用课堂授课的方式教学,结合多媒体课件,以讲解为主,也包括相关原理实验、设备结构和功能视频观看或现场观摩。根据各章节的知识要点,每堂课布置一定量的课后作业,也鼓励研究生课后查阅网站、书籍和文献资料,加深研究生对理论知识的理解。

六、课程内容

第一章 总论:微无创医学理念及发展趋势

第二章 微无创诊断类医疗技术及临床应用

- 2.1 生物电检测:含心电、脑电、肌电
- 2.2 生理信号检测:含体温、心输出量、呼吸、血压
- 2.3 超声检测设备
- 2.4 医用 X 线成像设备
- 2.5 磁共振成像设备

2.6 核医学设备

2.7 腔镜设备

第三章 微无创治疗类医疗技术及临床应用

3.1 电光治疗类:含微波治疗仪、射频治疗仪、弱光治疗、激光治疗

3.2 放射治疗类:含放疗机、X 刀、 γ 刀

3.3 内镜治疗仪器

3.4 聚焦超声手术

第四章 数字化诊疗一体手术

4.1 数字化解剖

4.2 数字化病理

4.3 数字化手术

■ 重点:临床使用的诊断类、治疗类医疗设备的原理、基本结构、功能及应用。

■ 难点:生理类、成像类、治疗类医疗设备的工作原理,以及新兴的虚拟医学技术、诊疗一体化医学技术等。

七、考核要求

考核分为平时成绩(20%)(包括课后作业、实验报告、小组论文汇报)和期末考试成绩(80%),60 分为及格标准。

八、编写成员名单

王智彪(重庆医科大学)、杜永洪(重庆医科大学)、杨增涛(重庆医科大学)、曹华(重庆医科大学)等、吕发金(重庆医科大学附属第一医院)、刘鹏(清华大学)。

05 医学大数据与人工智能

一、课程概述

医学大数据与人工智能是生物医学、数据科学、计算机技术、认知科学等学科相互结合、相互渗透而形成的一门典型的交叉学科。医学大数据与人工智能是由应用领域驱动,以关键应用创新、新方法研究及新理论实践为主要目的的新兴学科方向,旨在用信息学方法服务医学领域,在数据科学、医学研究和临床应用之间架起了人工智能的桥梁,具有广泛的应用潜力,也是 21 世纪备受瞩目的学科之一。本课程的学习使学生从信息学角度认识临床流程、分析医学现象、提炼科学问题,进而培养学生选用恰当的大数据及人工智能理论方法、工程手段来解决医学实际问题的能力。

二、先修课程

计算机技术基础、软件工程、概率论与数理统计等,要求学生具有生物医学工程及相关专业的学士学位。

三、课程目标

本课程通过深入讲授医学大数据与人工智能发展历史、基本理论、主要研究方法、主要研究领域、各主要研究领域的重要科学问题等,使学生深入了解医学大数据与人工智能的基础知识和基本理论,具备发现并解决医学大数据与人工智能问题的能力,为后续研究工作打下基础。

四、适用对象

本课程是生物医学工程一级学科博士研究生和硕士研究生的课程。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程兼顾不同专业背景的研究生,重点讲解医学大数据与人工智能的基本理论、核心方法和主要研究领域,结合国际相关的研究进展,使学生能够较好地了解本新兴学科的基本问题及其解决方法。

五、授课方式

本课程主要采用课堂授课的方式教学。教师通过图文并茂的 PPT 和板书,演算推导课程中的重要理论,介绍主要研究方向;根据各章节的知识要点,布置课后作业,鼓励课上开放性讨论,也鼓励学生课后查阅网站、书籍和文献资料,加深学生对理论知识的理解。

六、课程内容

第一章 绪论

主要内容:信息论基础,生物信息学,医学信息学以及生物医学信息学等。

第二章 医学数据的来源、种类及特征

主要内容:医学数据的来源、种类、特征、安全以及存储与共享等。

第三章 医学信息标准

主要内容:标准的必要性,标准的组织管理,临床信息模型,数据交换标准等。

第四章 医学信息安全及隐私保护

主要内容:与医疗数据安全及隐私保护有关的伦理、技术模型、法律和监督事项。

第五章 医学自然语言处理及文本挖掘

主要内容:自然语言处理基本理论与技术,自然语言处理技术在医学领域的应用及常用资源等。

第六章 认知与人工智能

主要内容:认知科学,人机交互与人工智能等。

第七章 临床决策支持

主要内容:临床决策支持理论、方法以及实践等。

第八章 医学知识工程

主要内容:生物医学语义技术,生物医学知识库等。

第九章 常用数字化医疗设备与临床诊断

主要内容:数字化医疗设备,数字化技术与临床治疗的关系等。

第十章 常用医疗信息系统

主要内容:电子病历,医学影像,临床检验,医疗资源管理等。

第十一章 医学大数据处理与高性能计算

主要内容:医学大数据处理特点及需求,高性能计算理论及方法,常用大数据处理框架等。

第十二章 医学大数据及人工智能发展方向

主要内容:多中心协同研究,精准医学,虚拟现实,区块链及同态加密等。

七、考核要求

考核分为平时成绩和期末考核成绩,平时成绩占 30%,期末考核成绩占 70%。

八、编写成员名单

李劲松(浙江大学)、田雨(浙江大学)、周天舒(浙江大学)等。

06 神经与康复工程

一、课程概述

康复工程是生物医学工程的重要组成部分,它综合、协调地应用工程科学和技术来消除或减轻病、伤、残者的身心和社会功能障碍,使其重返社会,提高生存质量。

康复工程是面向生物医学工程一级学科博士研究生和硕士研究生开设的核心课程,本课程系统讲授康复工程的基本原理、典型技术、创新方法,并通过实践训练提高学生的分析表达、设计开发、自主学习等能力,为后续相关研究和开发工作奠定基础。

二、先修课程

机械设计、电路分析、生物力学、生物材料等,要求学生具有生物医学工程及相关专业的学士学位。

三、课程目标

通过本课程的学习,学生将了解康复工程研究领域和相关产业的发展现状、前沿趋势;掌握康复医学基本理论、功能障碍测评原理以及康复辅具设计和适配方法等方面的知识和技术;具备准确识别、表达康复中的复杂工程问题,选择恰当的理论、技术、资源,提出并实施可行的解决

方案,取得有效的结果,以及对结果进行合理评估等方面的能力。

四、适用对象

本课程是生物医学工程一级学科博士研究生和硕士研究生的核心课程。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程兼顾不同专业背景的研究生,重点讲解康复工程的基本概念、原理和方法,并通过实践训练学生的分析表达、设计开发、自主学习等通用工程能力。

五、授课方式

本课程以课堂教学为主,同时结合课内实验、课外资料查阅、样机设计等多种方式提高学生的能力。

课堂教学部分灵活应用多媒体技术,注重结合实际案例,并组织专题讨论来加深学生对基本概念、方法的理解;课内实验部分将在专业实验室进行,帮助学生掌握专用技能;结合课程作业,鼓励学生课后广泛查阅资料,了解前沿进展;通过课外分组产品设计,提高学生在真实环境中对复杂工程问题的识别、表达以及设计开发能力。

六、课程内容

第一章 绪论

主要内容:康复、康复工程、康复辅具的基本定义,康复工程研究和产业的发展历史与现状等。

- 重点:相关的基本定义。

第二章 康复工程基本理论

主要内容:与康复有关的生物力学、人因工程、解剖生理学、康复医学等,特别是运动生理、神经生理学、神经电刺激生理基础、运动捕获与分析等基础理论,以及常见功能障碍机制及临床特征。

- 重点和难点:运动、神经功能障碍的机制和特征。

第三章 康复测评技术

主要内容:人体形态学和关节活动度测评、肌肉功能测评、平衡与步态功能测评、心肺功能测评、神经肌肉电信号的分析、脑电信号分析、心理认知功能测评、言语功能测评、日常行为能力测评等。

- 重点:平衡与步态功能、神经功能、认知功能检测。
- 难点:测试数据的处理,尤其是神经肌肉电信号和脑电信号的分析。

第四章 康复治疗 and 训练技术

主要内容:常规的物理、作业等治疗方法的原理和方法,脑瘫、脑卒中、脊柱损伤、运动损伤、心肺功能衰退等功能障碍的康复训练方法,神经调控与功能性电刺激及其在脑卒中、帕金森病康复中的应用。

- 重点和难点:物理、作业等治疗方法的原理。

第五章 康复工程设计开发方法

主要内容:通用设计原理、康复辅具开发的理念和标准,以及常用设计和分析软件。

- 重点:通用设计原理。
- 难点:设计和分析软件应用。

第六章 典型康复辅具的原理与设计方法

主要内容:假肢、矫形器、轮椅、日常活动等辅具的基本原理和设计方法。

- 重点:假肢、矫形器、轮椅的设计方法。
- 难点:假肢、矫形器的取型及有效性评价。

第七章 言语视听康复、情感交互的基本原理和康复方法

第八章 康复辅具的适配和应用

主要内容:辅具需求分析、患者个性化特征测量、辅具处方与个性化设计、辅具检测方法、适配效果评价等。

第九章 康复工程的前沿技术

主要内容:康复机器人、虚拟现实康复技术、脑机接口技术、康复评价与训练新技术等。

- 重点:康复机器人、虚拟现实康复技术、康复辅具标准。

七、考核要求

考核分为平时成绩和期终考试成绩,平时成绩占 60%,期终考试成绩占 40%。其中,平时成绩包括课堂表现(出勤及参与讨论情况,10%)、平时作业(30%)、小组设计作业(20%)。

八、编写成员名单

樊瑜波(北京航空航天大学)、蒲放(北京航空航天大学)、牛海军(北京航空航天大学)、孙联文(北京航空航天大学)、王丽珍(北京航空航天大学)、刘笑宇(北京航空航天大学)、李淑宇(北京航空航天大学)、刘文勇(北京航空航天大学)、桑晨(北京航空航天大学)、姚杰(北京航空航天大学)、李艳(北京航空航天大学)、蓝宁(上海交通大学)。

07 生物医学影像技术

一、课程概述

生物医学影像是生物医学工程一级学科博士研究生和硕士研究生的一门专业必修课。本课程围绕主要的生物医学影像技术展开,为研究生提供医学影像技术的发展历史和最新的技术发展趋势,提升其在未来从事医疗影像设备的研究和开发工作的能力。本课程主要结构为医学影像技术的概述和发展历程;常用的医学成像技术的详细讲解,主要包括 CT、MRI、PET/SPECT、光学成像和超声成像;医学影像技术中相关原理的实践项目。本课程介绍生物医学影

像技术的发展历史、各种技术的基本原理、应用场景和当前的发展趋势等;最终,通过贯穿课程的实践环节,将相关的医学影像技术的某些关键环节提炼为科研训练项目,引导学生完成一个与医学影像技术有关的项目,体验医学影像技术的系统构建、数据获取、数据重建及数据分析等子模块的设计与开发过程。通过理论学习与实践,研究生将具备在生物医学影像技术的研发中综合解决实际问题的思路和能力。

二、先修课程

高等数学、大学物理、电子技术、C++(C)语言程序设计、数字图像处理、信号与线性系统等。

三、课程目标

学生应掌握在当前临床及科研中常用的生物医学影像技术的原理和关键技术,熟悉其应用场景,构建相关的知识框架;能够以实际的临床或者科研需求为导向,结合课程知识,在理论上对实际问题进行需求分析,提炼解决问题所需要的技术和关键环节,并能够依据所学的知识,在各个环节运用所学的工程技术进行设计与实现,真正拥有解决实际生物医学成像问题的能力。

本课程通过对学生进行与生物医学影像技术相关的项目培训,丰富学生解决多交叉学科实际问题的经历,培养学生发现、分析与解决实际问题的能力。

四、适用对象

本课程是生物医学工程一级学科博士研究生和硕士研究生的课程。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程希望兼顾不同专业背景的研究生,以小组为单位,结合电子技术、计算机技术甚至机械设计等工程技术,设计机、电、算法一体化的生物医学成像装置,使学生在实践中更加深刻地理解生物医学影像技术。

五、授课方式

本课程授课教师主要讲授生物医学影像技术的相关基础知识,涉及影像技术的发展历程、基本原理和主要的临床与科研应用,通过讲授使学生对影像技术有初步的了解。文献阅读和讨论的环节,让学生能够跟进技术前沿,帮助学生寻找自己的研究方向和当今主流影像技术的结合点。通过课程项目实践,并在课堂上进行交流和展示,学生能够理解医学影像设备设计的过程和关键环节。

六、课程内容

第一部分 生物医学影像技术概述

主要内容:生物医学影像技术的定义和分类,生物医学影像技术的发展历史、研究现状和未来。

第二部分 生物医学影像技术原理与应用

主要内容:CT的基本构造、成像原理、工作流程、扫描方式及图像重建;MRI的成像原理、系统组成及图像重建;PET的成像原理、系统组成及图像重建;超声的成像原理、二维超声、三维超声及图像重建;光学成像的成像原理、扫描方式和图像重建等。

第三部分 文献阅读与讨论

主要内容:授课教师布置阅读近两年文献的作业,学生在课堂上进行讨论和交流;学生能借此跟进医学影像技术的新原理和新技术,了解影像技术的最新发展方向。

第四部分 课程项目与展示

主要内容:教师在课程开始后布置课程项目,主要是医学成像仪器的相关设计项目,要求学生以两人为一组,贯通成像系统构建、图像获取、图像重建和图像的分析处理几个重要部分,提交项目报告并做展示交流。

七、考核要求

考核分为平时成绩、文献阅读成绩和课程项目成绩,分别占比 30%、30% 和 40%。其中,平时成绩根据日常考勤和课堂讨论参与程度进行评定,文献阅读成绩根据文献阅读和展示情况进行评定,课程项目成绩根据提交的项目完成和展示情况进行评定。

八、编写成员名单

曾绍群(华中科技大学)、丁明跃(华中科技大学)、谢庆国(华中科技大学)、付玲(华中科技大学)、李强(华中科技大学)、肖鹏(华中科技大学)、吕晓华(华中科技大学)。

08 BME 设计与管理

一、课程概述

生物医学工程是生物、医学与工程高度交叉的新兴学科。要将技术做好并转化,需将人文与艺术要素加以融合,需要工程管理和商业运作的支撑。BME 设计与管理课程着眼于培养科学、工程、人文和艺术皆晓,具有团队合作精神的生物医学工程领域未来国际领军人才。本课程以课堂授课、讨论和现场观摩体验相结合的方式教学,旨在给学生营造一个新的学习模式和环境,并提供思路。学生在开放式的课堂中与行业领军专家同台讨论,这不仅培养了学生的表达能力、思辨能力和批判性思维能力,也让学生敢于挑战权威,认识到知识是动力,能激发、鼓励和引导学生质疑问难、探索研究的精神。

二、先修课程

无。

三、课程目标

本课程旨在培养科学、工程、人文和艺术皆晓,具有团队合作精神,未来可能影响生物医学工程发展的领军人才。通过本课程的学习,学生可以学到:如何将生物、医学与工程,艺术和设

计进行有机融合,开发健康中国建设所需的各种新技术、新方法和新产品,以及实现产业化的全过程。

四、适用对象

生物医学工程的博士研究生和硕士研究生。

五、授课方式

1. 课堂授课。授课教师将借助多媒体课件等手段进行课堂授课。在讲解过程中,通过师生互动的方式,活跃课堂气氛,促进学生主动学习。

2. 参观学习。课程强调学以致用,采用课堂授课与参观学习相结合的方式,每一次课堂授课之后安排一次现场观摩实践。在现场,由授课教师根据参观内容将上一次的授课内容进行进一步讲解,让学生能够对知识点融会贯通。

3. 课后作业与讨论。课后布置学生就授课内容及相关知识在网上和图书馆收集整理资料的作业,之后在课堂上由教师讲解作业内容,点评学生答案,并组织学生进行讨论,进一步让学生掌握教学内容。

4. 课程展示。课程展示环节,要求在教师规定的大范围内,四位学生为一组自行选题,查阅相关文献,和教师进行讨论并确定方案,团队分工合作,共同完成模拟商业路演,并提交“创业商业计划书”书面报告。课程展示环节将整个课程的教学内容融会贯通,让学生以实例为抓手,全面掌握并灵活使用所学内容。

六、课程内容

第一部分 生物医学工程基本概念

主要内容:本课程形象地将生物医学工程的研究内容归纳为“把勤快人变懒”“把聪明人变笨”和“把残障人变正常人”之“永恒三变”的生物医学工程技术精要。

1. “把勤快人变懒”:综合利用生物、医学和工程技术开发新型医疗技术手段和实现现有技术的自动化和便捷化,拓展技术的应用范围;研究方向包括生物芯片、医学诊疗仪器等。

2. “把聪明人变笨”:利用大数据、人工智能等新兴技术,结合生物医学工程的实际需求和特点,实现医学的智能化;研究方向包括生物信息、人工智能、神经和脑科学等。

3. “把残障人变正常人”:利用多种工程技术手段,为残疾人和功能障碍人士提供恢复和提高人体机能的新型技术工具,提高这些人群的生活质量;研究方向包括再生与组织工程、生物材料、康复医学等。

■重点和难点:本部分涉及生物医学工程中的所有研究方向,知识范围广且繁杂,而学生的知识水平有限,难以深入理解。因此,本部分将重点讲授基本概念、基本研究方法和前沿进展,通过几个典型研究项目的深入剖析,力争在较短的时间内让学生对生物医学工程有一个全景式的了解,掌握生物医学工程中的技术开发特点。

第二部分 工业设计

主要内容:工业设计是一门将文化、美学、技术、商业、体验等要素进行跨学科整合,从事产品和服务创新的交叉学科,它是将技术转化为产品、构建人性化用户体验的重要桥梁;它将需要

解决的问题、提出的解决方案进行可视化重构。本课程将对工业设计的学科概念、创新方法、设计思维进行系统简要的讲解和介绍,通过工业设计在健康医学领域的创新设计案例分析,阐释工业设计对产业创新的意义和作用,并向学生导入设计思维的具体方法,帮助学生构建从用户体验角度进行技术的人性化设计的创新理念。

■ **重点和难点:**由于工业设计学科的交叉综合性和设计思维方法的多样性特点,本课程所涉及的知识面广,而学生的知识水平和专业背景有限,知识点难以在有限的课时进行系统详实的讲解。因此,本部分将重点讲授基本概念,主要通过健康医疗产业领域内的设计案例分析,帮助学生直观了解设计思维应用的方法以及对产品和服务创新的意义。

第三部分 生物医学工程中工程与艺术的结合

主要内容:本课程将艺术与医学和工程交叉结合的理念尝试归纳为“自然之大美”“庭院之中美”和“艺技之小美”的“三美合一”;以具体实例讲解如何将艺术与生物医学工程有机结合在一起,通过将医学与健康的概念扩大化,让学生体会艺术治疗的重要意义、艺术之于健康的影响和艺术对工程技术的促进与加成作用。

■ **重点和难点:**工程与艺术的结合是本课程所提出的新理念,如何让学生在有限的知识和人生经历的基础上,真正体会到工程与艺术结合所带来的 $1+1>2$ 的效果,将是本部分教学的难点;课程将重点讲述基本概念,包括医学、健康、心理、艺术和情感等,通过实例让学生体会其中的意义。

第四部分 技术转化的过程控制与管理

主要内容:生物医学工程领域的技术转化过程是比较复杂和漫长的,有其独特性;本部分将讲授技术转化过程、项目规划、项目过程管理与控制、质量管理与控制、生产组织、医疗注册申报、医疗监管法律法规与条例、风险控制等内容;通过遍历一个技术从实验室走向市场的 A—Z 全过程,让学生了解技术之外的管理过程,掌握基本知识 with 概念。

■ **重点和难点:**技术转化中的过程控制与管理是现有生物医学教学体系中所欠缺的内容,与其他课程的学习内容区别较大,因此教学的重点将放在学生对基本概念的建立与理解上。

第五部分 商务计划

主要内容:本部分重点讲授在生物医学工程中进行技术转化所必需的商务管理,包括市场分析与调研、技术调研、产品设计与规划、市场推广与攻关、财务规划、人员管理、投融资过程等;本课程将以实例讲授公司商务管理,尤其是融资所需要考虑的所有环节,通过对商业路演和商业计划书的深入剖析,让学生掌握创业公司融资的关键。

■ **重点和难点:**技术转化中的商务管理同样是现有生物医学教学体系中所欠缺的内容,对学生来说是一个全新的领域,缺乏相关的概念与训练。本课程将重点放在创业公司的融资过程,通过路演幻灯和商业计划书这两个具体的工作内容,逐一介绍融资过程的每一个环节,让学生掌握基本技能。

七、考核要求

本课程为考查课,考查方式包括课后作业、课程出勤和团队展示。团队展示部分,要求四位学生一组模拟商业路演,并提交“创业商业计划书”书面报告。

团队展示要点包括:核心团队成 员、关键技术产品、竞争对手分析、风险应对措施、财务预期

分析。

提交的书面报告要求每位成员贡献其中一部分,内容包括:项目整体介绍,项目团队、基础介绍和技术路线,市场推广方案及商业模型,融资方案及亮点总结。

八、编写成员名单

程京(清华大学)、赵超(清华大学)、刘鹏(清华大学)。

09 数字医学技术与应用

一、课程概述

随着数字化技术在医学领域越来越广泛的应用,数字医学这一新型交叉学科应运而生,它是现代医学与信息科学交叉融合的产物,涵盖了医学、数学、计算机科学与技术、信息学、生物医学工程学、机械工程学等多个学科领域的相关内容。数字医学有狭义和广义之分,狭义数字医学主要内容是数字化临床诊断和数字化临床治疗;而广义数字医学除了狭义数字医学的内容外,还包括了数字化诊疗仪器设备的研发和数字化卫生事业管理等内容。作为生物医学工程一级学科的研究生课程,数字医学技术与应用应该涵盖广义数字医学的范畴。

学习和研究数字医学的目的是针对临床实际需要,充分应用数字化的技术手段,提高临床诊断的准确性和临床治疗的精确性。

数字医学技术与应用是生物医学工程一级学科的研究生在当今数字化时代必须掌握的一门新课程,因为数字化、智能化已经成为现代医学发展的重要方向,生物医学工程师是医学数字化、智能化的主要开拓者和推动者。

由于我国医学生的培养体系和学制与发达国家有所不同,对我国临床医生整体而言,数、理、化、信、工等基础相对薄弱。因此,在生物医学工程一级学科的研究生课程中,开设数字医学技术与应用课程不失为解决这一问题的重要举措。

二、先修课程

数字医学是数学、生物物理学、计算机科学与技术、信息学、生物医学工程学、机械工程学等多学科交叉融合而诞生的新学科,因此,这些学科的基础知识是学习本课程之前应具备的。

三、课程目标

学习和研究数字医学的目的是针对临床实际需要,充分应用数字化的技术手段,提高临床诊断的准确性和临床治疗的精确性。数字医学虽然是一门刚刚诞生的学科,但发展十分迅速,已经初步形成了自己的学科框架和理论体系。在设置课程内容时,要力求自身课程体系内容的

完整性和有机结合性,应是多学科交叉融合后的“化合物”,而要避免多学科知识机械组合成“混合物”。修完本课程后,学生应具有集成运用多学科知识、在某一个或几个方面解决临床实际需求的能力。

四、适用对象

本课程适用于生物医学工程一级学科的硕士研究生。

五、授课方式

本课程采用理论授课与实验操作相结合的方式授课,理论授课与实验操作的学时比为 2:1。

六、课程内容

本课程作为生物医学工程一级学科的研究生课程,应该至少包括以下几个方面内容:

一是数字医学的基本理论,包含与临床诊断及治疗相关的生物数学、生物物理学、计算机科学与技术、生物信息学等基础理论,比如数学建模、算法、编程理论等。

二是数字医学的基本技术,包含针对医学理论问题与临床实际问题的解决所采用的各类技术方法,比如数字化人体技术、计算机图形图像采集技术、图像分割处理技术、3D 重建技术和 3D 打印技术等。

三是多学科理论和技术的集成解决方案,针对临床需求,集成多学科的理论、技术和最新研究成果,提出集成解决方案,研发出新的医疗仪器和设备,比如手术机器人、立体定向与手术导航、可穿戴智能监测、康复治疗仪、防护设备等,也包括医学图像智能诊断系统、医学路径智能选择系统等。

四是数字医学在临床各学科的应用。临床医生为了提高临床诊断的准确性和临床治疗的精确性,主动与生物医学工程专家以及其他相关学科专家组成各种类型的联合研究团队,针对各自学科的问题进行深入研究和临床实际应用,使得现代临床医学的面貌正在发生着明显而深刻的变化,甚至很多临床诊疗的方法、流程、手术方式等正在发生着颠覆性的变化,比如数字骨科学、数字整形美容学、数字病理学等已经与传统学科截然不同。

七、考核要求

本课程的考核方式:理论考试+实验操作,理论考试占 60%,实验操作占 40%。

八、编写成员名单

张绍祥(陆军军医大学)、孙建国(陆军军医大学),王黎明(南京医科大学)、方驰华(南京医科大学),刘军(西安交通大学),孔德兴(浙江大学),谢叻(上海交通大学)、顾冬云(上海交通大学)。

10 生物芯片技术与应用

一、课程概述

生物芯片技术与应用是高通量生物分析技术的一门基础课程,是生物医学工程一级学科研究生知识和能力培养体系中的一个重要内容。本课程主要介绍生物芯片技术的基本原理、主要种类、制备及研究方法,以及生物芯片的应用,包括微阵列探针设计和制备技术、微阵列实验设计与数据分析技术以及微流控芯片的制备和应用,同时讲授与生物芯片相关材料、表面化学和微加工技术以及生物芯片检测技术原理及相关设备。本课程通过上述内容的介绍培养学生利用生物芯片技术解决生物医学等领域相关问题的能力。

二、先修课程

基础生物学、生物化学、分子生物学、细胞生物学、生物统计学等,学生应具有生物医学工程等相关生命科学专业的学士学位。

三、课程目标

本课程通过介绍生物芯片技术的基本理论及应用,使学生全面了解生物芯片技术,掌握基本的生物芯片设计、制备及检测和实验设计方法,培养学生利用生物芯片技术解决生物医学等领域相关问题的能力。

四、适用对象

本课程是生物医学工程一级学科硕士研究生课程。生物医学工程一级学科研究生的专业背景有较大的差异,本课程尽量兼顾不同专业背景的研究生,重点讲授各种类别的生物芯片及其设计和制备技术、数据分析技术、应用领域,同时讲授生物芯片相关材料、表面化学技术、检测原理及相关设备,使学生未来可以应用于生物和医学问题的解决过程中。

五、授课方式

生物芯片技术与应用是现代生命科学、分析生物化学和微电子制造技术的综合交叉学科。本课程主要采用课程教学和研讨相结合的方式授课,其中研讨时间不少于 1/3,穿插在教学中。为了拓展教学内容,每堂课布置 2~3 道思考题,题目具有课堂教学内容的拓展性和探索性,学生需要通过课后查找资料、利用相关专业网站才能完成作业。

六、课程内容

本课程包括生物芯片的系统理论概述,微阵列生物芯片和微流控生物芯片设计和制备技术、数据分析技术、实验设计方法和生物芯片的应用,生物芯片相关材料、表面化学技术、检测原理及相关设备等。

第一章 前言

- 1.1 生物化学基础
- 1.2 生物分子识别和信息测量
- 1.3 生物芯片的发展历史

说明:这一部分内容采用讲课的方式教学,4个学时完成。

第二章 微阵列生物芯片

- 2.1 DNA 微阵列
- 2.2 原位合成寡核苷酸芯片
- 2.3 其他类型微阵列
- 2.4 微阵列生物芯片的应用及展望

说明:这一部分采用讲课的方式教学,8个学时完成。

第三章 微流控生物芯片

- 3.1 微流控生物芯片的操控原理
- 3.2 微流控生物芯片中核酸和蛋白质的操作
- 3.3 微流控生物芯片中细胞的操作

说明:这一部分采用讲课的方式教学,8个学时完成。

第四章 微缩芯片实验室及其他类型生物芯片

- 4.1 功能单元设计
- 4.2 芯片实验室举例

说明:这一部分采用讲课的方式教学,4个学时完成。

第五章 人体器官芯片

- 5.1 人体器官芯片的原理和类型
- 5.2 人体器官芯片的应用

说明:这一部分采用讲课的方式教学,4个学时完成。

第六章 生物芯片制作技术及工艺

- 6.1 与生物芯片制作技术相关的表面化学技术
- 6.2 与生物芯片制作相关的微加工技术

说明:这一部分采用讲课的方式教学,4个学时完成。

第七章 生物芯片相关设备

- 7.1 微阵列生物芯片制备系统
- 7.2 生物芯片检测系统

说明:这一部分采用讲课的方式教学,4个学时完成。

第八章 生物芯片的应用和展望

- 8.1 生物芯片的应用
- 8.2 生物芯片技术展望

说明:这一部分采用讲课的方式教学,4个学时完成。

七、考核要求

考核分为平时成绩和期终学习报告。平时成绩包括上课出勤情况和每次课后作业情况,占30%;期终学习报告占70%。

八、编写成员名单

顾忠泽(东南大学)、吕华(东南大学),邢婉丽(清华大学)。