

WEISHENG XINXIXUE JIAOCHENG

# 卫生信息学教程

主编 ▲ 刘智勇



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

## 内 容 简 介

本书根据卫生(医学)信息学学科发展及实际应用情况而编写。

本书分为 13 章,内容包括卫生信息学概述、健康医疗信息与卫生信息技术、卫生信息标准、医疗卫生机构信息管理、医学影像信息学、电子病历、临床决策支持系统、护理信息学、公共卫生信息学、远程医疗与远程医疗系统、用户健康信息学与移动健康、卫生信息技术应用评价、卫生信息学的政策与法律法规。

本书可以满足培养具有医学和信息学双重背景的复合型人才和服务于技术、应用的实用型专门人才的需求。

### 图书在版编目(CIP)数据

卫生信息学教程/刘智勇主编. —武汉:华中科技大学出版社,2021.12

ISBN 978-7-5680-5672-4

I. ①卫… II. ①刘… III. ①医药卫生管理-信息管理-教材 IV. ①R19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 262253 号

卫生信息学教程

Weisheng Xinxixue Jiaocheng

刘智勇 主编

策划编辑:余 雯

责任编辑:张 琳

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉开心印印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:23.5

字 数:725千字

版 次:2021年12月第1版第1次印刷

定 价:88.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

随着社会整体信息化程度的不断加深,现代信息技术深刻改变着人们的思维、生产、生活、学习方式,对健康医疗事业的影响也日趋明显。2017年10月18日,习近平总书记在十九大报告中指出实施“健康中国”战略。在我国健康服务模式的改革和发展中,健康信息化逐渐受到人们的重视,以大数据、云计算、移动互联网等新兴信息技术为核心的新一轮科技革命,推动着人口健康信息化和健康医疗大数据应用的发展。在医疗卫生领域,深度应用与卫生系统内各级各类机构业务的融合,持续推动并实现医疗机构的信息化、数字化、智慧化转型及医疗卫生服务模式的创新,加速了健康医疗领域新模式、新业态、新技术的发展,为人口健康信息化创造了广阔的空间,也为卫生健康行业推进职能转变、创新服务模式、提升治理能力提供了机遇。

《基于电子病历的医院信息平台建设技术解决方案(1.0版)》《基于健康档案的区域卫生信息平台建设技术解决方案(试行)》《国务院办公厅关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》《“十三五”全国人口健康信息化发展规划》和《国务院办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》《智慧健康养老产业发展行动计划(2021—2025年)》的发布,对提升医疗卫生现代化管理水平,优化资源配置,在创新服务模式上明确全卫生健康体系互联网信息技术的地位、作用及建设发展目标起到了积极的促进作用。上述相关文件的出台,进一步推动国内医疗信息化建设从医院单一科室的业务系统发展到多系统互联覆盖全院的医院信息平台,以及以临床信息共享、区域医疗协同、电子健康档案为应用的区域健康信息平台,促进以移动互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等为代表的新兴信息技术与医疗卫生行业的深度融合。

卫生信息学是大健康时代医学信息学学科发展的广义称谓。在一定时期与阶段,卫生信息学与医学信息学是等意互称。卫生(医学)信息学是医学与健康科学和信息科学形成的一门新兴的交叉学科,对于卫生(医学)信息学学科专业的发展及人才培养、对于我国医疗卫生信息资源开发及利用、对于推动“互联网+”健康医疗发展起着至关重要的作用。针对培养具有医学和信息学双重背景的复合型人才和服务于技术、应用的实用型专门人才需求,本书根据卫生(医学)信息学学科发展及实际应用情况而编写。本书立足于卫生信息学各个应用领域的理论、方法及应用,内容涵盖甚广。本书第一章为卫生信息学概述;第二章为健康医疗信息与卫生信息技术;第三章为卫生信息标准;第四章至第九章介绍了卫生(医学)信息学的若干子学科及其应用,包括医疗卫生机构信息管理、医学影像信息学、电子病历、临床决策支持系统、护理信息学、公共卫生信息学,在公共卫生信息学中介绍了公共卫生信息学基本概念、公共卫生信息系统架构、基于电子健康档案的区域卫生信息平台及消费者健康信息学等内容;第十章至第十三章介绍远程医疗与远程医疗系统、用户健康信息学与移动健康、卫生信息技术应用的评价、卫生信息学的政策与法律法规。本书各章节依据相应主题展开相关知识点内容,同时每章最后提供了相应案例,以适应卫生信息学学科的实践特性。另外每章还附有思考题,促进学生思考,以巩固和强化所学内容。

本书主要面向高等医药院校计算机科学与技术、信息管理与信息系统、医学信息工程、卫生事业管理等本科专业,也可以作为临床医学、预防医学、护理学和医学影像学等医学类相关专业的教材,还可以作为医疗机构医护人员、医疗卫生管理人员、医疗卫生信息技术人员及医药企业从事信息技术工作的人员参加继续教育、业务培训或自学的参考书。

本书得到了华中科技大学教材立项基金资助。本书编委全部是长期执教于卫生信息管理本科及硕

士研究生课程一线的教师和具有医院信息管理实践经验的管理者。在本书的编写过程中,我的研究生春兰、李雨晨、袁玉堂、李疆、李炳辉、纪磊、刘小君、李国瑜、刘雨鑫等在文字编撰和文档排版方面承担了大量工作。在本书编写过程中编者参考了同类教材、著作、期刊文献及国家相关政策文件等,限于篇幅,不能全部列出,特作说明并致谢。同时,鉴于卫生信息技术发展的日新月异,加上编者水平有限,本书难免存在疏漏与不足,恳请同行专家和广大师生给予指正。

刘智勇

<b>第一章 卫生信息学概述</b> .....	1
第一节 信息及信息学基础理论与概念 .....	1
第二节 卫生信息学学科体系结构 .....	4
第三节 卫生信息学教育 .....	10
第四节 卫生(医学)信息学研究的相关资源 .....	14
<b>第二章 健康医疗信息与卫生信息技术</b> .....	19
第一节 医学信息的概念与特征 .....	19
第二节 卫生信息技术 .....	23
第三节 健康医疗大数据及其应用 .....	34
<b>第三章 卫生信息标准</b> .....	47
第一节 卫生信息标准概述 .....	47
第二节 常用卫生信息标准与规范 .....	59
第三节 卫生信息标准的管理与应用 .....	72
<b>第四章 医疗卫生机构信息管理</b> .....	81
第一节 医疗卫生信息化概述 .....	81
第二节 医院信息系统 .....	84
第三节 医院信息系统的功能及组成 .....	89
第四节 医院信息系统的现状与变化趋势 .....	97
第五节 环境变迁中的医院信息系统设计理念 .....	106
第六节 医院信息系统的建设与运维管理 .....	108
第七节 影响未来医疗信息系统的重要因素 .....	121
<b>第五章 医学影像信息学</b> .....	126
第一节 医学影像信息学概论 .....	126
第二节 结构成像与功能成像 .....	128
第三节 图像处理技术 .....	129
第四节 图像的传输与存储 .....	130
第五节 PACS .....	134
第六节 RIS .....	137
第七节 医学影像信息系统的集成 .....	138
第八节 医学影像人工智能 .....	143
<b>第六章 电子病历</b> .....	151
第一节 电子病历的概念、发展与意义 .....	151
第二节 电子病历系统的结构与功能 .....	159
第三节 电子病历结构化 .....	177

第四节	电子病历信息交换与安全机制	183
第五节	基于电子病历的医院信息平台	188
<b>第七章</b>	<b>临床决策支持系统</b>	196
第一节	临床决策及临床决策支持系统简介	196
第二节	诊断决策支持系统	199
第三节	用药和处方决策支持系统	207
<b>第八章</b>	<b>护理信息学</b>	219
第一节	护理信息学概述	219
第二节	护理信息系统	223
第三节	移动护理信息系统	230
第四节	护理信息学的应用及展望	236
<b>第九章</b>	<b>公共卫生信息学</b>	242
第一节	公共卫生信息学概述	242
第二节	公共卫生信息服务	247
第三节	公共卫生信息系统的架构与建设	251
第四节	公共卫生大数据建设应用	255
第五节	电子健康档案与区域卫生信息平台	257
<b>第十章</b>	<b>远程医疗与远程医疗系统</b>	279
第一节	远程医疗概述	279
第二节	远程医疗的相关技术	282
第三节	远程医疗系统的组成与功能	290
第四节	远程医疗的应用	294
第五节	远程医疗服务的管理	298
<b>第十一章</b>	<b>用户健康信息学与移动健康</b>	303
第一节	用户健康信息学概述	303
第二节	互联网医疗健康与应用	307
第三节	移动健康与移动健康 APP 的应用	313
第四节	用户健康信息学面临的挑战和方向	316
<b>第十二章</b>	<b>卫生信息技术应用评价</b>	326
第一节	卫生信息技术应用评价的发展历程	326
第二节	卫生信息技术应用评价方法	329
第三节	卫生信息技术应用评价的方案	338
第四节	医疗行业中信息技术应用评价的实践	341
<b>第十三章</b>	<b>卫生信息学的政策与法律法规</b>	352
第一节	当前卫生信息化过程中面临的法律和监管问题	352
第二节	我国电子病历相关法律法规及政策保障概况	353
第三节	我国电子健康档案隐私保护相关法律法规与政策保障概况	358
第四节	我国远程医疗相关法律法规与政策保障概况	360
第五节	健康医疗大数据相关法律法规及政策保障概况	363
<b>参考文献</b>		366

# 第一章 卫生信息学概述

卫生信息学是大健康时代医学信息学学科发展的广义称谓。在一定时期与阶段,卫生信息学与医学信息学等意互称。本章从信息与信息学的基本概念及定义入手,系统全面地介绍卫生(医学)信息学的概念、学科结构、研究方向、领域及研究热点,以及国内外卫生(医学)信息学教育与研究的学术资源情况。

## 第一节 信息及信息学基础理论与概念

### 一、信息及其基本概念

迄今为止,关于信息的定义有 40 余种,这些定义从不同侧面反映了信息的某些特征,只是尚无一种定义因其内涵的全面性和科学性而被社会各界一致接受。

不同的事物有不同的本质、特征和运动规律,人们通过信息来认识事物,或区别于其他事物。不同领域对信息有不同的定义。在经济学视角,信息是与物质、能量相并列的客观世界的三大要素之一,是为管理和决策提供依据的有效数据。在新闻传播视角,信息被认为是对事物运动状态的陈述,是物与物、物与人、人与人之间的特征传输。而新闻则是信息的一种,是具有新闻价值的信息。哲学家从产生信息的客体来定义信息,认为事物的特征通过一定的媒介或传递形式被其他事物感知。这些能被其他事物感知的、表征该事物特征的信号内容即为该事物向其他事物传递的信息。所以,信息是事物本质、特征、运动规律的反映。

要更全面地认识信息,应该从本体论和认识论两个层面来分析:本体论信息就是某种事物所呈现出的运动状态及其变化方式。本体论信息的表述只与事物本身的因素有关,而与认识主体的因素无关。认识论信息是认识主体所表述的某种事物的运动状态及其变化方式,包括状态及其变化方式的形式、含义和效用。认识论信息的表述既与事物本身的因素有关,也与认识主体的因素有关,是主观(认识主体)与客观(事物客体)相互联系、相互作用的结果。认识论信息也称为全信息(full information),因为它同时考虑了事物的运动状态及其变化方式(称为语法信息)、含义(称为语义信息)和价值(称为语用信息),是三者的有机统一体。①语法信息:由于主体具有观察力,能够感知事物运动状态及其变化方式的外在形式,由此获得的信息可称为语法信息。②语义信息:出于主体具有理解力,能够领悟事物运动状态及其变化方式的逻辑含义,由此获得的信息可称为语义信息。③语用信息:由于主体具有明确的目的性,能够判断事物运动状态及其变化的信息可称为语用信息。语法信息、语义信息和语用信息三者综合在一起构成认识论层次上的全部信息,即全信息。

信息概念的说法较多,但综合起来,从不同角度解释信息的主要观点以及权威工具书上的概念是为人们所普遍接受的。如《辞海》中所说的狭义概念:信息是指音讯、消息,以及通信系统传输和处理的对象。

控制论创造者维纳认为,信息就是信息,既不是物质也不是能量。

信息论创造者香农认为,信息用于消除随机不确定性的东西。在香农的信息理论中,不确定性是用熵来表示和计量的。因此,香农的信息定义也可表述为信息是用以减少熵的东西。

信息的广义概念是指对各种事物的存在方式、运动状态和相互联系特征的一种表达和陈述,是自然界、人类社会和人类思维活动普遍存在的一切物质和事物的属性。信息的表示形式可以是数值、文字、图形、声音、图像以及动画等。信息所包含的基本特征有以下几点。

### 1. 客观性

信息反映的是客观事物的属性。信息必须真实、准确,必须如实地反映客观实际。

### 2. 抽象性

抽象性是指信息对客观事物的抽象表示,信息通常需要通过一定的物质载体来呈现。信息的内容与作为其载体的实体有本质的区别。

### 3. 整体性

整体性即系统性。信息是表达客观事物(或系统)的完整描述中的一环,脱离了全局,零碎的信息将毫无意义。

### 4. 时效性

客观事物(或系统)都是在不断发展变化的,信息只有及时、新颖,才能发挥巨大的作用,才有价值。

### 5. 层次性

信息及其处理与客观事物(或系统)的层次密切相关,只有合理地确定层次,才能正确地确定信息需求的范围和信息的价值,并有效地进行信息处理。

### 6. 不完全性

信息与不确定性是对立统一的整体,客观事物的无限复杂与动态变化,决定了信息的无限性。故信息的完全性只能是相对的,而其不完全性则是绝对的。这种观点也符合辩证法的思想。

## 二、信息学

信息学是以信息为研究对象、以全部信息运动过程的规律为研究内容、以信息科学方法论为主要研究方法、以扩展人的信息功能(全部信息功能形成的有机整体就是智力功能)为研究目标的一门科学。信息学以信息作为主要研究对象,这是信息学区别于其他科学的根本特点之一,也是信息学之所以具有独立的立足点且能够成为一门独立学科的根本前提。

### (一) 信息链及其相关概念

信息链(information chain)由事实、数据、信息、知识、情报五个链环组成。在信息链中,信息的下游是面向物理属性的,上游是面向认知属性的。作为中心链环的信息既有物理属性也有认知属性,因此成为信息链的代表称谓。信息链理论构成了现代信息学研究的基本概念与理论范式。

#### 1. 事实(fact)

作为整个信息链的起点,事实是事物在人类视野(感观/逻辑)中的原始映像。事实是事情的真实情况,包括事物、事件、事态,即客观存在的一切物体与现象、社会上发生的不平常事情和局势及情况的变异态势。事实也是人类知识的起源,人类全部知识的最初信息基础就是事实。

#### 2. 数据(data)

通常认为,数据是对事物纯粹的、客观的记录,是原始的未经解读的数字、文字、图像、符号、声音、计算机代码等。数据本身缺乏关联性和目的性,但当数据结合一定的背景、规则、意义之后,就会形成信息。

#### 3. 信息(information)

信息作为整个信息链中的中心链环,其下游面向物理属性,上游面向认知属性。信息既有物理属性也有认知属性,因此成为信息链的代表称谓。

#### 4. 知识(knowledge)

知识来自信息,信息只有与接收者的个人经验、信息与知识准备结合,也就是与接收者的个人背景融

合才能转化为知识,它比数据或信息更接近行动。知识必须经过学习或研究以及将信息去粗取精、去伪存真等加工才能够获得。

### 5. 智能(intelligence)

智能是能迅速、灵活、正确地理解和解决事物的能力。这种能力来源于人类基于已有的知识,针对物质世界运动过程中产生的问题,根据获得的信息进行分析、对比、演绎,找出解决方案的能力。从严格意义上讲,智能是属于知识层面的,是人类大脑运用知识活动的产物,即运作和应用知识的信息。有知识不一定有智能,但有智能一定有知识。知识只有转化为智能,才能显示出其真正的价值。

事实、数据、信息、知识、智能之间的关系如下。

数据是客观事实的记录,信息是有意义的事实和数据,知识是系统化的信息,智能是运用信息和知识解决问题的能力。事实、数据、信息、知识、智能层层递进,构成了一条完整的信息链(图 1-1)。信息学研究的核心是数据、信息、知识及智能之间的关系与演化。



图 1-1 信息链

## (二) 信息科学

信息的概念及其相关问题的研究是信息科学(information science)研究的理论基础,围绕信息及其认识与管理研究,形成了信息科学群。实际上,信息科学群的研究范围十分广泛,概括来说,主要包括以下方面:哲学中有关信息范畴的研究;控制论和系统论中有关信息一般功能的研究;认识论、认知科学、脑科学中有关人类精神信息的研究;探索信息本质特性的信息论、符号学、语义学;以信息交流与管理为对象的图书馆学、文献学、档案学、博物馆学、传播学、新闻学、教育学、情报学等;与社会各分支的交叉学科,如信息社会学、信息经济学、信息心理学、信息政治学、信息法学等;自然科学和工程技术诸领域中有关各物理信息、生物信息、生理信息、遗传信息、工程信息、机器信息、天体信息的研究等。综合起来看,20 世纪中叶发展起来的信息科学群主要在工程技术信息学、领域或部门信息学、一般信息理论和信息哲学 4 个研究层面上展开,并形成了一系列完整的信息科学方法论,这成为信息科学及相关学科发展的理论基础。

第一个层面的研究起始于香农与维纳的理论,他们对信息通信和信息控制的研究奠定了信息论(information theory)与控制论(cybernetics)的基础,已发展出微电子学、计算机工程、通信工程、自动化及网络化系统工程、数据库理论、供计算机使用的各类符号系统设计工程、生物工程、纳米技术、虚拟现实以及各类直接面向对象处理的信息工具设备的制作和使用方法的学科,并形成了信息科学方法论。

第二个层面的研究首先包括自然信息学、社会信息学、智能信息学三大并列学科领域,进而又展开为物理信息学(包括其多级分支上的量子信息学)、化学信息学、生命信息学、天体信息学、地质信息学、经济信息学、信息经济学、博弈理论、政治信息学、文化信息学、人本信息学、信息社会论、信息管理学、情报学、图书馆学语言信息学、认知信息学、人机信息学、决策信息学、价值信息学,在此基础上形成了信息认识论方法(包括信息进化论方法、信息决策方法、信息管理方法、信息分析方法、博弈论方法等)。

第三个层面的研究包括已有的学者所构建的一般信息科学的理论,如雷斯尼科夫、德夫林、钟义信等人分别所做的工作,以及关于创立一般信息论的某些设想,如马克卢普、斯托尼尔等人所提的建议和预言,并形成了广义信息论方法。

第四个层面的研究从控制论创始人维纳当年关于“信息既不是物质,也不是能量”的论点开始,到 20 世纪六七十年代(我国则是 80 年代)以来关于信息的哲学及相关哲学问题的广泛争论,如克劳斯提出,在意识和物质之间存在一个“客观而不实在”的信息领域,邬焜提出的“信息是标志间接存在的哲学范畴”,再到近年来关于虚拟实在是否实在的讨论,直到相关信息哲学体系较为系统地建立,并在此基础上形成了信息本体方法。

如果说,前三个层面的研究为第四个层面的研究奠定了坚实基础和开辟了广阔前景的话,那么,第四个层面的研究则是前三个层面的研究所展示出的信息问题的更为深入和理性化的认识。信息哲学揭示了一个与物质世界完全不同的新领域信息世界,并把信息本体提升到与物质和能源本体同等的高度加以认识和研究,形成了一个庞大的信息科学群体。信息科学不仅内部各学科之间相互交叉、渗透、融合、碰撞,产生出一系列新的学科和研究领域,而且信息科学群的范围正在不断扩大,同时还在不断地向许多学科领域渗透,出现了大量值得关注和研究的交叉学科和研究领域。因此,21世纪被人类称为信息时代。

## 第二节 卫生信息学学科体系结构

### 一、卫生信息学的概念与定义

国际学术界迄今还没有一个统一的医学信息学(medical informatics)、卫生信息学(health informatics)、生物医学信息学(biomedical informatics)或卫生保健信息学(healthcare informatics)的定义,但大多数都将数据、信息和知识(data, information, knowledge, DIK)作为研究的中心任务。DIK是构建信息学知识框架的关键途径,是信息学课程设计的基础。信息学教育的目标就是培养学生的信息(数据及其含义)综合处理与应用能力。从学术意义上说,医学信息学研究和开发理论、模型和工具,用于解决医学信息领域的问题,其特征包括:第一,医学信息学开发、研究、应用理论、方法和程序,用于生物医学数据、信息和知识的产生、存储、提取、使用和共享;第二,构建于计算机处理、通信和信息科学技术之上;第三,医学信息学探索和支持从分子到人群水平的推理、建模、模拟、实验和转化,涉及各类生物系统,使基础、临床研究和医学实践以及整个医疗保健行业实现对接和联通;第四,因为医学信息的最终用户是人,医学信息学将社会和行为科学应用于技术和方案的设计、评估以及错综复杂的经济、伦理、社会、教育及组织管理的演进当中。以上四个方面构成了医学信息学的基本知识框架。2012年,美国医学信息学会协会(AMIA)发布了《医学信息学定义及其核心竞争力规范》,定义了医学信息学研究的六个方向:生物信息学(bioinformatics)、影像信息学(imaging informatics)、转化生物信息学(translational bioinformatics, TBI)、临床研究信息学(clinical research informatics)、临床信息学(clinical informatics)和公共卫生信息学(public health informatics)。生物医学信息学(biomedical informatics)的名称反映了该学科的核心内容,其理论方法和技术覆盖了上述六个研究方向。卫生信息学通常指临床和公共卫生领域生物医学信息学的应用和实践,而临床信息学通常作为医学信息学的一个分支,与护理信息学、牙科信息学等平行。

卫生(医学)信息学的学科结构(图 1-2)可以从以计算机科学为核心的多学科与生物医学相关学科的交叉融合形成来解析。美国医学信息学会前主席 Edward H. Shortliff 深入阐释了卫生(医学)信息学的学科架构的形成:生物医学科学按照人体从微观到宏观的不同层次,即分子、基因、蛋白质、亚细胞、细胞、组织、器官、个体和人群层层递进,与计算机科学、临床医学(以个体为对象)、基础医学(以分子、基因、蛋白质、亚细胞、细胞、组织、器官为对象)、生物工程(图像学,以组织、器官为对象)、认知科学、流行病与管理科学等学科相结合构成了卫生(生物医学)信息学的学科体系。

在医学信息学数十年的发展历程中,也涌现出了许多关于学科的定义。如美国医学信息学会教育委员会认为,医学信息学是研究信息管理和信息科学在生物医学和医疗保健中应用的学科。

英国医学信息学会指出,医学信息学研究通过对概念的理解,运用一定的技能和方法促进信息的使用和共享,提高卫生保健服务,改善人们的健康水平。

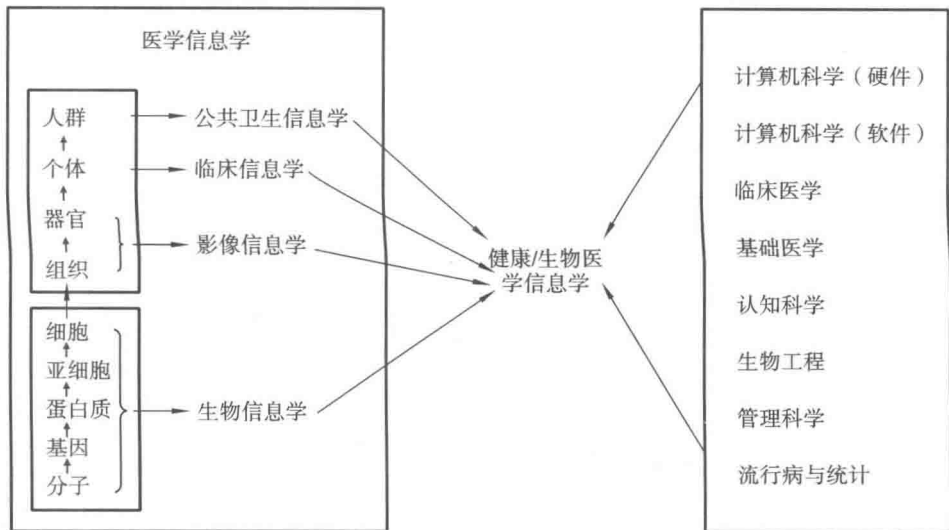


图 1-2 卫生(医学)信息学的学科结构

德国医学信息学、生物计量和流行病学协会认为,医学信息学利用现代信息技术服务于卫生保健的各个方面。

国际信息处理协会举办的第三次国际医学信息大会将医学信息学定义为“计算机技术在所有医疗领域中的应用,包括医疗保健、医学教学以及医学研究”。

综合上述定义,我们可以认为医学信息学是一门研究如何通过现代信息技术来有效地收集、存储、检索、分析和更好地利用生物医学数据、患者的医疗信息、临床研究信息和医学教育信息,从而提高医疗卫生机构的管理与决策水平、医疗质量和医学教育效果的学科。它是临床医学与现代信息学、计算机信息技术、现代医院管理学和行为科学等多种学科相融合而产生的,是以提高医疗效果和效率、降低医疗支出、合理配置医疗资源为目的的新兴交叉学科,也有学者将其命名为健康信息学。目前,国内外学者一致认为在对医学信息学定义的理解上应强调信息的管理而非技术本身。医学信息学包括生物医学信息学、临床医学信息学、消费者健康信息学、公共卫生信息学等亚学科。

在学科知识结构上,临床医学、基础医学、计算机科学、生物工程、流行病学、卫生统计学、管理科学等多学科知识交汇,形成了卫生信息学的知识体系(图 1-3)。

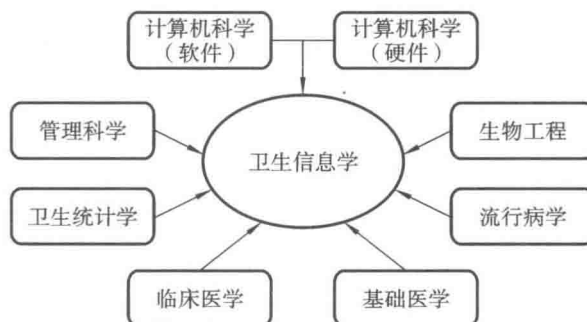


图 1-3 卫生信息学学科知识结构

本书编者基于医学信息学的概念、定义与学科分支领域的现实分析,鉴于不涉及生物信息学和转化生物信息学的事实,将本书命名为《卫生信息学教程》,既覆盖了以卫生保健服务为主题的医学信息学学科内容,又兼顾现代医学信息学向卫生信息学广义扩展的现实,且并不改变学科本身的概念内涵与学科结构。

## 二、卫生(医学)信息学的研究对象和研究领域

### (一) 卫生(医学)信息学的研究对象

作为一个发展中的交叉学科领域,卫生(医学)信息学的研究对象和研究内容是卫生保健与医学领域中的信息现象和信息规律,应当包括数据、信息和知识三个层面。其任务是通过卫生保健和医学信息的有效管理实现卫生保健与医学信息和知识的充分利用和共享,提高医学决策与管理的效率和质量。同时,卫生(医学)信息学与现代信息技术密切相关。现代信息技术的发展以及在医疗卫生领域中的应用是卫生(医学)信息学发展的强大推动力,也是卫生(医学)信息学交叉学科特点的最直接的体现。

卫生(医学)信息学对人类社会活动中的信息现象和信息规律的研究主要涉及健康与医学数据、健康与医学信息、健康与医学知识三个层面的问题,如原始健康医学数据的采集、处理与集成,医学信息的挖掘,医学数据库与知识库、卫生信息系统的建设与应用,卫生信息标准,循证医学与临床决策等。从原始健康数据中分析形成有组织的综合数据库,包括数据存储、数据提取、数据整合、数据仓库、数据模型、语义网络、数据可视化等偏向于数据层面的研究;从数据库中抽象出来的知识库,包括自然语言处理、信息抽取、数据挖掘、文本产生、统计处理、自动学习等;从知识库中验证出来的可直接应用的知识结晶和理论,包括知识管理、知识表达、知识模型、知识获取、机器学习、知识过程、决策理论等。

从医学信息活动的过程上看,卫生(医学)信息学的研究贯穿医学信息活动的始终,包括医学信息活动中所涉及的各个关键环节的研究;从医学信息活动的范围来看,卫生(医学)信息学的研究覆盖医学各个分支学科领域,具有普遍性;从卫生(医学)信息学研究对象上看,存在对医学数据、医学信息和医学知识三个不同层面的理论与技术的研究。由此构成卫生(医学)信息学三维立体的学科体系和基本框架。在这个框架内,医学、信息学、信息管理和信息技术是支撑这个框架的学科基础。卫生(医学)信息学具有广阔的研究空间和非常诱人的发展前景。

### (二) 卫生(医学)信息学主要研究方向与领域

卫生(医学)信息学服务于卫生保健与医学实践发展,是两者应用领域所驱动交叉学科,具有本学科的专业研究领域。下面从卫生(医学)信息学研究中的“大信息观”的角度论证卫生信息学的研究领域,从国际卫生(医学)信息学研究中“实践观”的角度映射当前国际卫生(医学)信息学的研究方向。

#### 1. 卫生(医学)信息学研究中的“大信息观”

从卫生(医学)信息学的学科性质来分析,广义的卫生(医学)信息学是研究医学各学科信息现象以及信息运动规律的科学,它涵盖了临床信息学、卫生信息学、生物信息学、牙科信息学、护理信息学等分支学科或研究领域。卫生(医学)信息学不应仅仅局限于对卫生信息系统(health information system)的研究,也不应仅仅限定于计算机技术在卫生保健与医学领域中的应用。从发展的观点来考察卫生信息学的学科走向,不难看出这样一个基本趋势:卫生(医学)信息学的研究领域已经在逐渐扩大,其研究范围几乎覆盖了医药卫生信息领域的所有对象。多年来,人们对卫生(医学)信息学究竟是什么以及卫生(医学)信息学与相关学科之间关系应该如何界定感到困惑,其中一个重要原因就是没能从“大信息观”的高度审视卫生(医学)信息学这样一个多学科交叉领域。

#### 2. 实践需求驱动卫生(医学)信息学研究

实践需求驱动卫生(医学)信息学的发展,临床、公共卫生及个人健康管理等领域的多样化需求,持续推动学科的研究与发展。

(1) 在临床信息化方面:各类电子病历、医学影像、实验室检查数据类型多样,数据量大,对健康医疗数据处理技术提出新要求;互联网技术驱动互联网医疗健康与数字化医院的落地。

(2) 公共卫生方面:疾病监测、妇幼保健、食品安全、血液管理、综合监督等数据飞速增长,公共卫生

事件监控急需快速反应机制,以及有效的数据整合与监测技术。

(3) 在政府卫生决策方面:发现疾病危险因素,制定医疗资源配置与卫生事业发展规划、人口宏观决策等重大人口健康领域政策都需要有数据支撑的科学依据。

(4) 在个人健康管理方面:公众对自我健康管理的需求更加迫切,可穿戴设备、移动通信技术为个人健康管理的实现提供了技术保障。

(5) 卫生与医学科学研究方面:优化临床试验、辅助新药研发、基础医学领域成果应用需要应用大数据技术提供支撑,数据驱动的医学科学计划与科学数据共享成为当前的关键领域。

### (三) 卫生(医学)信息学研究方向与领域

卫生(医学)信息学既有明显的应用性,又有其基础理论性。其科学研究具有多学科性质是因为它所面临的医学科学和医疗卫生具有整体性,涉及不同科学领域和背景。卫生(医学)信息学研究不仅面对各种自然科学的知识综合,而且包括专门知识或临床经验,因此还包括知识的规范化。国际医学信息学会(IMIA)主席 Reinhold Haux 指出,卫生(医学)信息学研究主要致力于三个目标:更好的个体医疗和保健、更好的医疗和保健知识、更好的医疗和保健管理。

从 IMIA 的特别兴趣小组(special interest group, SIG)和专业工作组(working group, WG)设置情况可以看出目前卫生(医学)信息学的主要研究方向和领域(表 1-1)。

表 1-1 IMIA 的特别兴趣小组与专业工作组设置情况

序号	SIG and WG of IMIA	IMIA 的特别兴趣小组与专业工作组
1	biomedical pattern recognition	生物医学模式识别
2	consumer health informatics	消费者卫生信息学
3	critical care informatics	重症监护信息学
4	data mining and big data analytics	数据挖掘和大数据分析
5	dental informatics	牙科信息学
6	francophone special interest group	法语特殊兴趣小组
7	health and medical informatics education	卫生和医学信息学教育
8	health geographical information systems	卫生地理信息系统
9	health informatics for development	卫生信息学的发展
10	health informatics for patient safety	患者安全健康信息学
11	health information systems	卫生信息系统
12	health record bank	健康记录银行
13	history of biomedical and health informatics	生物医学与卫生信息学的历史
14	human factors engineering for healthcare informatics	卫生保健信息学中的人类因素工程
15	informatics in genomic medicine	基因组医学信息学
16	intelligent data analysis and data mining	智能数据分析和数据挖掘
17	language and meaning in biomedicine	生物医学中的语言和意义
18	medical concept representation	医学概念表达
19	mental health informatics	精神卫生信息学
20	open source health informatics	开放资源卫生信息学
21	organizational and social issues	组织和社会问题

序号	SIG and WG of IMIA	IMIA 的特别兴趣小组与专业工作组
22	primary health care informatics	初级卫生保健信息学
23	security in health information systems	卫生信息系统安全
24	nursing informatics(SIG)	护理信息学(特别兴趣小组)
25	smart homes and ambient assisted living	智能家居和辅助生活环境
26	social media	社交媒体
27	standards in health care informatics	医疗卫生信息学标准
28	technology assessment & quality improvement in health informatics	卫生信息学技术评估与质量改进
29	telemedicine	远程医疗
30	wearable sensors in healthcare	医疗保健领域的可穿戴传感设备

从国际医学信息协会分支领域的发展结合信息技术在医药卫生领域应用渗透的实践,可以把卫生(医学)信息学的主要研究方向与热点概括为以下几点。

### 1. 卫生(医学)信息学基础研究

卫生(医学)信息学基础研究包括两个方面的内容:一是对构成卫生(医学)信息学的基础理论和支撑条件各学科的研究,如卫生与临床医学、信息科学、管理学和信息管理等。卫生(医学)信息学对这些学科的研究是为了借助这些学科的一些理论和方法来揭示医学领域中的规律,这也是医学信息学与其他相关学科相互交叉的体现。二是医学本体研究,统一受控词汇库是医学信息学研究领域的基础,决定了医学信息能否由计算机进行自动处理,以及医学信息能否进行跨系统之间的交互。当前发展的趋势是构建生物医学本体,使统一受控词汇库概念化与体系化,其包括:对生物医学领域知识进行精确描述的概念系统;对现有的生物医学知识建立起丰富的概念语义关联网络。创建统一受控医学词汇库的难点在于生物医学新命名实体的发现,不同实体间语义类型及语义关系的自动构建,本体的重用及协作等。创建生物医学本体需要生物医学专家参与,除了支持输入较浅层次本体的实例,本体的所有方面都必须是可被证实的,知识和知识元之间关系的建立是必需的。为适应医学信息领域的不断变化,本体维护不可缺少。在注重本体开发与维护的前提下,注重人机交互、支持协同操作、提高本体效用的研究已成为关键问题。

### 2. 卫生信息标准与互联互通互操作的研究

信息标准化的问题是互联互通的,是卫生保健领域业务协同的关键制约因素。信息标准化建设是医疗卫生信息化建设中的一项基础性工作,它至少应包括三个方面的内容:一是信息表达的标准化,即信息内容的标准化、符号化,表达方式常常用数字、字符等抽象符号;二是信息交换的标准化,即解决不同系统之间或不同部门、不同企业之间的信息共享问题,随着远程医疗和区域卫生信息系统的日益流行,信息交换标准也变得越来越重要;三是信息处理与流程的标准化,这一类标准的制定常常对信息系统的开发与推广有着十分重要的意义。卫生信息标准化可以通过医学信息的分类与编码、医学术语和医学专业词汇的规范以及医学信息系统的标准化实施来实现。

### 3. 健康和医疗数据与信息获取方法的研究

信息活动中的一个重要过程是信息的获取。信息获取的含义是多层次的,可以指为了建立数据库而在社会上广泛进行的收集,也可以指为了特定课题的需要而在已经有的文献信息集合或数据库中进行的收集,还可以指信息需求者带着一定的问题并为解决这一问题而进行的收集等。卫生(医学)信息学把信息获取作为研究内容之一是因为从信息传播链上看,获取信息是科学创造的第一步,也是临床决策的重要环节。卫生(医学)信息学对医学信息获取的研究一般包括对医学信息源的研究、对医学信息选择理论的研究、对医学信息获取方法的研究、对医学信息获取技术的研究,以及对用户信息意识和信息能力的培养与教育等。

#### 4. 卫生信息关键技术研究

生物医学和临床医学数据整合、人工智能、知识表达和处理、远程控制、信息检索、决策系统、机器人、信息标识、分布式计算和并行处理、远程医疗、移动医疗、无线医疗等关键技术研究是当前医学信息学的热点。

#### 5. 医学图像分析与处理技术的研究

医学图像的计算机处理与分析是在生物医学工程研究与应用中较为活跃的一个领域。医学图像分析涉及许多技术环节,包括图像获取、图像编码与重建、图像增强、图像压缩与存储、图像分析和图像可视化等内容。例如建立在断层扫描技术基础之上的可视人(visible human)或虚拟人(virtual human)图像技术、数字人体技术等都包含了多种信息的数据挖掘与知识发现。对这些问题研究是一项多学科交叉的系统工程。将信息技术与生物技术相结合,可以实现人体从微观到宏观,从结构到机能的数字化、可视化、虚拟化,因此医学图像分析与处理一直是卫生(医学)信息学的一个重要研究方向。随着近年来人工智能的发展,医学影像分析的智能化成为医疗人工智能应用中最活跃、最成熟的应用场景。

#### 6. 卫生信息系统的研究

卫生信息系统种类繁多,如医院信息系统、临床信息系统、医疗保险信息系统、卫生管理信息系统、公共卫生信息系统、初级卫生保健信息系统、决策支持系统等。对医学信息系统的研究和实践是伴随着计算机等信息技术的发展以及医疗卫生领域信息化建设的需要而迅速发展起来的研究领域,这实际上包括了卫生信息系统的开发、构建、集成与应用一系列环节的问题。

#### 7. 医学决策支持系统的研究

经典的临床决策支持系统的研究将医学知识概念化的建模方法与其他系统整合,获取当前病例的信息,产生自动建议和评估意见,涉及医学知识的模块化以及把这些模块应用于不同的环境中,重点是医学知识的模块化,包括医学研究成果的模块化,临床医生之间知识传输的模块化。新一代医学决策支持系统的发展方向是智能化的医学决策信息系统依靠医学信息资源(如循证医学数据库等)和临床数据(电子病历),辅助决策的环境和工具为医疗卫生人员和管理人员提供所需信息。计算机决策支持系统通常是建立在计算机信息系统基础之上的,信息系统为决策支持提供充分的数据。目前基于深度学习的智能化决策支持系统已经成为医学决策支持研究的主流。

#### 8. 认知科学与理论在信息学开发中的应用

卫生(医学)信息学并非医学和计算机学科的简单交叉。随着社会科学的作用不断增加以及卫生信息技术(health information technology)的革新带来的文化和认知上的巨大变化,对于个人和组织来说,采用新技术都是不可避免的。从卫生(医学)信息学的应用角度来说,需要认知科学提供一个框架,以技术为中介对复杂的人类表现进行分析和建模。目前存在的困难与问题是系统的低效率和不理想造成不良的影响,误导医疗护理,造成不必要的医疗护理服务,提供的延迟,甚至是不良事件,因此临床医生可能抵制、医院可能延迟或拒绝应用新的技术。认知科学需要研究怎样管理这些变化,怎样引入信息系统设计,使其易于接受并符合日常实践。在卫生(医学)信息学的应用中,认知学理论获取、塑造、设计、开发和评估医学信息系统集中在医学信息系统的可用性和学习性中。认知学的理论和方法可以为卫生信息技术的设计和应用提供新的途径,在理解和促进医生、用户表现中起到积极的作用,这也是医学信息学未来发展所必须解决的问题。

#### 9. 卫生(医学)信息学效果评估

卫生(医学)信息学效果评估是指对患者资料管理、临床知识、基础医学、人口资料等相关信息的组织管理方法进行研究和应用的过程中,对医学信息学/计算机在临床实践中应用的效果进行评价分析。

#### 10. 卫生(医学)信息学教育

在卫生(医学)信息学的教育方面,为了提高医学信息工作者的专业素质,国内一些大学已开始设立医学信息学专业,专门针对交叉学科的特点来培养相关人才。

## 第三节 卫生信息学教育

### 一、全球卫生(医学)信息学教育基本状况

20世纪80年代,美国国家医学图书馆(NLM)就开始探索引导、支持医学信息学的研究,资助建立学院式的医学信息学/卫生信息管理方面的研究和培训;到20世纪末,斯坦福大学、哥伦比亚大学、杜克大学、哈佛大学、耶鲁大学等20多所大学或成立了生物医学信息系,或开始专门的医学信息学硕士和博士学位教育,或设置医学信息学奖学金,鼓励医学信息学研究。卫生(医学)信息学是研究信息技术在医学领域中应用的科学。国外医学信息学专业多设在医学院系,培养层次以硕士研究、博士研究为主。本科阶段的学习目的是使学生具有较全面的医学专业知识,熟悉医疗领域的IT工作,了解该领域的信息需求。北美也有一些高校开展了卫生(医学)信息学/医学图书馆学的教学计划和教学课程,培养卫生信息服务人才、卫生信息技术人才和信息工程人才。根据2018年美国图书馆协会(ALA)公布的61所通过认证的学院的专业统计,有30所学院具有“健康信息学/健康图书馆学”研究方向。

### 二、美国卫生(医学)信息学教育情况

美国的卫生(医学)信息学是伴随着计算机技术在医学领域的应用而产生和发展起来的,它起步于20世纪中叶,一些大学或图书馆学院借鉴了20世纪70年代起源于荷兰和德国的医学信息学教育计划,尝试推行医学信息学的博士教育,或者通过开设诸如人工智能、药物信息、病案管理、卫生管理和医学技术等课程朝着医学信息学的方向发展。1980年,斯坦福大学开设了医学信息学专业。1990年,为了推动医药信息学教育的开展,美国专门建立了世界范围的卫生/医药信息学教学计划数据库。在美国,由于申请医学信息学的学生类型众多,许多医学信息学教学计划为在校生和已毕业学生设置,为准备选择医疗卫生行业的学生、医务人员、医学图书管理员和医学行政管理人员提供培训,一些学科组还为希望学习新理论、新技术的医学信息专家提供高级课程。专门的医学信息学哲学博士课程在美国的一些大学已经开设,例如斯坦福大学设置医学信息学的医学博士学位和哲学博士学位。在美国,还有少量的医学信息学学位课程,供那些已获得计算机专业或生物医学工程学等文凭且对医学信息学应用感兴趣的学生选择。在成人教育方面,美国除了大学提供的课程外,医学信息学术会议的培训课程也起了重要的作用。根据美国医学信息学学会的网站统计,提供医学信息学本科学位、硕士学位、博士学位、博士后学习、短期培训、专业证书培训、远程教育的大学目前已经超过了70个。美国国家医学图书馆(NLM)也提供了相应的培训课程,并为其他大学的培训提供资助。由此可见,美国医学信息学教育的特点是灵活性和多层次,学生可以有很大的选择空间,选择课程时有明确的目标,这有利于学生的专业发展,更利于培养高层次专业人才。以2015—2016年度为例,美国4所高校的硕士和博士培养的课程体系及学分要求如下。

#### (一) 斯坦福大学

核心生物医学信息学共17学分。

(1) 生物医学信息学研究方法概论(3学分)。

(2) 以下任选4门:①模拟生物医学系统:本体、术语、问题解决(3学分)。②计算分子生物学表示和算法+讲座(3~4学分);③数据驱动医学(3学分);④转化生物信息学(4学分);⑤生物医学图像分析和解释的计算方法(3~4学分)。

(3) 剩余学分必须选自以下课程,至学分修满为止:基因组学,药物基因组学原理,卫生医疗保健经

济学,通过数字医学的智能健康,分子生物学表示和算法,数学模型和医疗决策,中级生物统计学,结果分析,基因组学、生物信息学和医学,计算基因组学,计算分子生物学,算法在生物学中的应用,生物医学信息学,行业信息学,生物医学信息学教学方法,直接阅读和研究,医学学术研究,课程实践培训,卫生保健的成本、风险和收益分析,TGR 硕士项目,TGR 博士论文。

(4) 计算机科学、统计学、数学和工程学(18 学分)。机器学习、人工智能、数据挖掘、图像分析、人机互动、系统工程、科学和数值计算或图形等。

(5) 社会和道德问题(4 学分)。任选生物医学信息学技术对社会影响的伦理、法律、社会、组织和行为方面的课程。必修:研究的责任行为。

(6) 无限制的选修课(6 学分)。任何满足核心课程的预备课程。

(7) 仅对博士生(生物/医学、教育学领域选修课)(9 学分)。生物学或医学(6 学分)、生物医学信息学教学方法(2 学分)、无限制选修课(1 学分)。

## (二) 哥伦比亚大学

### 1. 核心课程(3 门)

计算机在医疗保健和生物医学中的应用概论、计算方法、生物医学信息学专题(符号学方法)。

为完成核心课程,选择一个附加课程:①计算生物学:蛋白质、网络和函数(实验法);②研究方法。

### 2. 教育任选课

(1) 生物医学:①真核生物的生物化学和分子生物学;② 医学文化,流行病学。

(2) 计算:①计算生物学:蛋白质、网络和功能;② 计算病毒学;③ 数据库系统 ;④机器学习;⑤自然语言处理。

(3) 数学:①生物统计学方法概论;②人类群体遗传学统计;③应用统计。

### 3. 任选课(2 门)

应用临床信息系统、复杂组织的流程重组、临床医生信息需求的探索、公共卫生信息学、生物序列分析、基因组信息科学与技术概论、阅读。

### 4. 博士、博士后

研究的责任行为和相关政策问题。

## (三) 华盛顿大学

### 1. 核心课程(要求 27 学分必选)

生物医学与卫生信息学概论(3 学分)、公共卫生和信息学(3 学分)、生物学和信息学(3 学分)、信息学临床专题(3 学分)、生物医学信息学研究方法(4 学分)、生物医学信息学教学和沟通(4 学分)、知识表示和应用(3 学分)、生物医学信息交互和设计(4 学分)。

### 2. 研讨会(硕士生要求 6 学分,博士生要求 12 学分)

卫生信息学的选定专题(每次 1~3 学分)、生物医学和卫生信息学研究讨论会(1 学分)。

### 3. 选修课(硕士生要求 27 学分,博士生要求 51 学分)

(1) 专业选修课:①生物学、医学和健康转换技术(3 学分);②生命和死亡计算(3 学分);③医学信息学计算概念Ⅱ(3 学分);④生物信息学和基因序列分析(3 学分);⑤卫生保健中的批判性评价和运用证据(3 学分);⑥证据的系统评价和 Meta 分析概论(2 学分);⑦健康科学信息需求、资源和环境(3 学分);⑧卫生提供者的计算基础(3 学分);⑨生物医学和卫生信息学中的特殊专题(每次 1~4 学分);⑩独立学习或研究(0~12 学分);⑪硕士论文(12~15 学分);⑫博士论文(1~10 学分)。

(2) 外系选修课:①人机交互的高级专题;②计算生物学;③人工智能;④计算分子生物学概论;⑤研究设计;⑥自然语言处理的浅加工技术;⑦生态信息系统;⑧生物信息学和基因序列分析;⑨现代医学史;⑩病理生物学前沿;⑪健康与医疗经济评估;⑫医学和公共卫生中的基因发现;⑬随机建模;⑭统计遗传