

807 生物医学工程综合

一、 考试性质

生物医学工程综合为我校招收 0831 生物医学工程专业学术型和 0854 电子信息专业型硕士研究生而自命题的考试科目。其目的是科学、公平、有效地测试考生是否具备继续攻读生物医学工程相关学科类型的硕士研究生所需要的有关学科的基础知识和基本技能,评价考生生物医学工程相关学科基本原理、基础知识和基本技能的理解和掌握情况,是否具备开展研究生学习和培养任务的所必须的基本素质、一般能力和培养潜能。

二、 考察目标

《生物医学工程综合》考试范围为数据结构、电子技术、信号与系统,肿瘤放射物理等四部分。要求考生系统掌握相应部分中的基本理论、基本知识和基本技能,能够运用所学的基本理论、基本知识和基本技能综合分析、判断和解决有关理论问题和实际问题。

三、 考试比例及题型结构

试卷满分为 150 分,考生根据报考方向任选一个模块进行作答。

模块一: 信号与系统

考察内容包括信号与系统的时域、频域与复频域分析等。

题型结构:

选择题,第 1-15 题,每题 4 分,60 分,占比 40%;

填空题,第 1-10 题,每题 4 分,40 分,占比 27%;

计算题,第 1-5 题,每题 10 分,50 分,占比 33%。

模块二: 电子技术

考察内容包括模拟电子技术(75 分)和数字电子技术(75 分)两部分内容。

题型结构:

填空与选择题:第 1 大题(含 5 小题),第 6 大题(含 5 小题),每小题 3 分,30 分,占比 20%;

分析计算题:第 2-5 题,第 7-10 题,每题 15 分,120 分,占比 80%。

模块三: 数据结构

考察内容包括理解数据结构的基本概念,掌握数据的逻辑结构、存储结构以及各种基本操作的实现。掌握基本的数据处理原理和方法,能够基于实际问题进行算法的设计与分析。能够选择合适的数据结构和方法进行问题求解,具备采用 C 或类 C 语言实现算法的能力。

题型结构:

单选题 10 题,每题 3 分,30 分,占比 20%;

填空题 10 题,每题 3 分,30 分,占比 20%;

应用题 9 题,每题 10 分,90 分,占比 60%。

模块四: 肿瘤放射物理

考察内容包括核物理、电离辐射、放射治疗等。

题型结构:

单选题,第 1-20 题,每题 2.5 分,50 分,占比 33%;

多选题,第 21-25 题,每题 3 分,15 分,占比 10%;

填空题,第 26-35 题,每题 2.5 分,25 分,占比 17%;

简答题,第 36-41 题,每题 7 分,42 分,占比 28%;

计算题,第 42-43 题,每题 9 分,18 分,占比 12%。

四、 考察内容范围

模块一：信号与系统

一、信号与系统分析导论

1. 信号的描述及分类

- 1) 信号的定义与描述：信号 $f(t)$ 数学描述(函数定义、公式表达)、波形描述。
- 2) 信号的分类与特性：(1). 确定信号与随机信号；(2). 连续时间信号与离散时间信号；(3). 周期信号与非周期信号；(4). 能量信号与功率信号。

2. 系统的描述及分类

- 1) 系统的数学模型：(1). 微分方程；(2). 系统的方框图表示
- 2) 系统的分类：(1). 连续时间系统与离散时间系统；(2). 线性系统与非线性系统；(3). 时不变系统与时变系统；(4). 因果系统与非因果系统；(5). 稳定系统与非稳定系统。

3. 系统联结

二、信号的时域分析

1. 连续时间信号的时域描述

- 1) 典型信号：(1). 指数信号；(2). 虚指数信号和正弦信号；(3). 复指数信号；(4). 抽样函数。
- 2) 奇异信号：(1). 单位阶跃信号；(2). 单位冲激信号；(3). 斜坡信号；(4). 冲激偶信号及特性。

2. 连续时间信号的基本运算

信号的尺度变换、翻转、平移、相加、相乘、微分和积分。

3. 离散时间信号的时域描述

- 1) 离散时间信号的表示：函数解析、列表和图形。
- 2) 基本离散序列：(1). 实指数序列；(2). 虚指数序列和正弦序列；(3). 复指数序列；(4). 单位脉冲序列；(5). 单位阶跃序列。

4. 离散时间信号的基本运算：(1). 翻转；(2). 位移；(3). 内插与抽取；(4). 序列相加/相乘；(5). 差分与求和。

5. 确定信号的时域分解：(1). 信号分解为直流分量与交流分量；(2). 信号分解为奇分量与偶分量；(3). 信号分解为实部分量与虚部分量；(4). 连续信号分解为单位冲激信号的线性组合；(5). 离散序列分解为单位脉冲序列的线性组合。

三、系统的时域分析

1. 线性时不变系统的描述及特点

- 1) 连续时间系统的数学描述；
- 2) 离散时间系统的数学描述；
- 3) 线性时不变系统：(1). 线性时不变系统的描述；(2). 线性时不变系统的特性：
 - a). 微分特性与差分特性；
 - b). 积分特性与求和特性。

2. 连续时间 LTI 系统的响应

- 1) 经典时域分析方法；
- 2) 连续 LTI 系统的零输入响应；
- 3) 连续 LTI 系统的零状态响应。

3. 连续系统的冲激响应

- 1) 连续系统的冲激响应定义；

- 2) 冲激平衡法求系统的冲激响应;
- 3) 连续系统的阶跃响应。
- 4. 卷积积分
 - 1) 卷积的计算。
 - 2) 卷积的性质: (1). 交换律; (2). 分配律; (3). 结合律; (4). 平移特性; (5). 微分特性; (6). 积分特性; (7). 等效特性。
 - 3) 奇异信号的卷积: (1). 延时特性; (2). 微分特性; (3). 积分特性。
- 5. 离散时间系统的响应
 - 1) 迭代法;
 - 2) 经典法求解差方程;
 - 3) 离散 LTI 系统的零输入响应;
 - 4) 离散 LTI 系统的零状态响应。
- 6. 离散系统的单位脉冲响应
单位脉冲响应 $h[k]$ 定义、 $h[k]$ 的求解、迭代法、等效初始条件法、阶跃响应 $g[k]$ 的求解。
- 7. 序列卷积和
 - 1) 序列卷积和的图形计算;
 - 2) 列表法计算序列卷积和;
 - 3) 序列卷积的性质: (1). 交换律; (2). 分配律; (3). 结合律; (4). 位移特性; (5). 差分与求和特性。
- 8. 冲激响应表示的系统特性
 - 1) 级联系统的冲激响应;
 - 2) 串联系统的冲激响应;
 - 3) 因果系统;
 - 4) 稳定系统。

四、周期信号的频域分析

- 1. 连续时间信号的 Fourier 级数
 - 1) 指数形式的 Fourier 级数;
 - 2) 三角形式的 Fourier 级数;
 - 3) Fourier 级数的收敛条件;
 - 4) 信号的对称性和 Fourier 系数的关系: (1). 偶对称信号; (2). 奇对称信号; (3). 半波重叠信号; (4). 半波镜像信号。
- 2. 连续时间 Fourier 级数的基本性质
线性特性、时移特性、卷积特性和微分特性。
- 3. 连续周期信号的频谱分析
周期信号频谱的概念: (1). 离散频谱特性; (2). 幅度衰减特性。相位谱的作用。信号的有效带宽。周期信号的功率谱。
- 4. 离散 Fourier 级数*(不作要求)

五、非周期信号的频域分析

- 1. 连续非周期信号的频谱
 - 1) 从第 4 章周期信号的频谱推出非周期信号的频谱密度的过程;
 - 2) 数学概念、物理概念及工程概念理解非周期信号的频谱密度概念, 以及与周

期信号的频谱区别;

3) 正反变换的公式, 及存在条件。

2. 常见连续信号的频率分析

1) 常见非周期信号的频谱: (1). 符号函数; (2). 单位冲激信号; (3). 直流信号; (4). 单位阶跃信号; (5). 单边指数信号。

2) 常见周期信号的频谱: (1). 虚指数信号; (2). 正/余弦信号; (3). 一般周期信号; (4). 周期冲激串。

3. 连续时间 Fourier 变换的性质: (1). 线性特性; (2). 共轭及共轭对称性; (3). 互易对称性特性(对偶特性); (4). 展缩特性; (5). 时移特性; (6). 频移特性(调制特性); (7). 卷积特性; (8). 乘积特性; (9). 时域微分特性; (10). 积分特性; (11). 频域微分特性; (12). Parseval 定理。

4. 离散时间 Fourier 变换*(不作要求)。

5. 离散时间 Fourier 变换的性质*(不作要求)。

六、系统的频域分析

1. 连续非周期信号通过系统响应的频域分析

1) 连续系统的频率响应;

2) 微分方程描述的 LTI 系统响应;

3) 电路系统的响应。

2. 连续周期信号通过系统响应的频域分析

1) 正弦信号通过系统的响应;

2) 任意周期信号通过系统的响应。

3. 无失真传输系统与理想滤波器

1) 无失真传输系统: (1). 在时域上定义; (2). 在频域上分析; (3). 无失真传输系统应满足两个条件。

2) 理想滤波器: (1). 冲激响应; (2). 阶跃响应。

4. 时域抽样与抽样定理

信号的时域抽样、时域抽样定理和信号的重建。

5. 离散系统的频域分析*(不作要求)

七、连续时间信号与系统的复频域分析

1. 连续时间信号的复频域分析。

1) Laplace 变换: (1). 从 Fourier 变换到 Laplace 变换; (2). 物理意义与公式。

2) 单边 Laplace 变换的收敛域。

3) 常用信号的 Laplace 变换: (1). 单边指数信号; (2). 正弦型信号; (3). 单位阶跃信号; (4). 单位冲激信号及其导数; (5). t^n 的正幂次信号。

4) 单边 Laplace 变换的性质: (1). 线性特性; (2). 缩展特性; (3). 时移特性; (4). 卷积特性; (5). 指数加权特性; (6). 线性加权特性; (7). 微分特性; (8). 积分特性; (9). 初值定理和终值定理。

5) Laplace 反变换: (1). 留数法; (2). 部分分式展开。

6) 双变 Laplace 变换*(不作要求)。

2. 连续时间系统响应的复频域分析。

微分方程的复频域求解、电路的复频域模型。

3. 连续时间系统函数与系统特性。

- 1) 系统函数。
- 2) 系统函数的零极点分布：(1). 零极点分布与冲激响应；(2). 零极点与系统频率响应的关系；(3). 系统的稳定性。
- 3) 系统函数与系统特性的关系。
4. 连续系统的模拟。
 - 1) 系统的联结：(1). 系统的级联；(2). 系统的并联；(3). 反馈环路。
 - 2) 连续系统的模拟：(1). 直接型；(2). 级联型与并联型。

八、离散时间信号与系统的 z 域分析

1. 离散时间信号的 z 域分析。
 - 1) 单边 z 变换：(1). 从 Laplace 变换到 z 变换；(2). z 变换定义；(3). z 变换收敛域。
 - 2) 常用信号的 z 变换：(1). 单位脉冲序列；(2). 单位阶跃序列；(3). 复指数序列；(4). 正弦型序列。
 - 3) 单边 z 变换的主要性质：(1). 线性特性；(2). 位移特性；(3). 卷积特性；(4). 指数加权特性；(5). z 域微分(时域线性加权)特性；(6). 序列求和特性；(7). 初值定理和终值定理；(8). Parseval 定理。
 - 4) 单边 z 反变换：(1). 留数法；(2). 幂级数展开法(长除法)；(3). 部分分式展开。
2. 双边 z 变换*(不作要求)
双边 z 变换的定义及收敛域、双边 z 反变换、双边 z 变换的主要性质。
3. 离散时间系统响应的 z 域分析
差分方程转化为 z 域的代数方程、二阶系统响应的 z 域求解(零输入、零状态)。
4. 离散时间系统函数与系统特性
系统函数及其零极点、系统函数的零极点分布与系统时域特性的关系、系统函数的零极点分布与系统频率响应的关系、系统函数的零极点分布与系统稳定性的关系。
5. 离散时间系统的模拟
 - 1) 离散时间系统的联结：(1). 系统的级联；(2). 系统的并联；(3). 反馈环路。
 - 2) 离散时间系统的模拟：(1). 直接型模拟方框图；(2). 级联型与并联型模拟方框图。

主要参考书：

- [1]. 陈后金, 胡健, 薛健 编著,《信号与系统》(第 3 版), 清华大学出版社、北京交通大学出版社, 2017 年。
- [2]. 陈后金, 胡健, 薛健 编著,《信号与系统》(第 2 版), 清华大学出版社、北京交通大学出版社, 2011 年。
- [3]. 郑君里, 应启珩, 杨为理,《信号与系统》(第三版)上、下, 高等教育出版社, 2011 年。
- [4]. Alan V. Oppenheim(奥本海姆)等人编著, 刘树棠 译,《信号与系统》(第二版), 电子工业出版社, 2020 年。

※提醒考生：试卷的公式符号按参考书目[1][2] 约定。

模块二：电子技术

一、模拟电子技术

(一) 电子电路基础

1. 二极管、三极管的基本特性及应用。
2. 基本放大电路的组成、工作原理及性能指标。用图解法、等效电路法对放大电路进行静态和动态分析及参数计算。
3. 多级放大电路的耦合方式, 差分放大电路的组成及应用, 互补输出级组成和分析。集成运算放大电路的基本组成及各级电路的作用。
4. 反馈极性和组态的判断。深度负反馈电路放大倍数的计算。负反馈对电路性能的影响。

(二) 信号运算电路

1. 理想运算放大电路的组成、特点及工作区域。
2. 由理想运算放大器组成的各种运算电路的分析和计算。

(三) 功率放大电路

1. 功率放大电路的特点、组成及工作原理。
2. OCL 与 OTL 功放电路的分析和计算。

(四) 直流电源

1. 直流稳压电源的组成及各组成部分的作用。
2. 直流稳压电源各部分组成电路的工作原理及参数估算。

二、数字电子技术

(一) 逻辑电路基础

1. 二、十六进制及其与十进制的相互转换, 8421 码。二进制的算术运算与逻辑运算的不同之处。
2. 逻辑代数的三种基本运算, 逻辑函数的四种表示方法。利用公式法和图形法对逻辑函数化简。
3. TTL 和 CMOS 集成门电路的外部特性——逻辑功能和电气特性。

(二) 逻辑电路

1. 组合逻辑电路的分析方法和设计方法。常用集成组合逻辑电路的逻辑功能及使用方法。
2. 各种触发器的逻辑功能、触发方式与描述方法。
3. 同步时序逻辑电路的分析方法和设计方法。常用集成时序逻辑电路的逻辑功能及使用方法。

(三) 脉冲电路

1. 施密特触发电路、单稳态电路、多谐振荡电路的工作原理、脉宽及周期的计算方法。
2. 由 555 定时器组成三种脉冲电路的工作原理和参数计算。

(四) 数/模和模/数转换

1. 数/模和模/数转换的基本原理。
2. 典型的数/模转换器和模/数转换器的主要性能指标及使用方法。

模块三：数据结构

一、基本概念

1. 掌握数据结构的概念, 包括数据的逻辑结构、存储结构、算法的概念, 以及它们之间的关系;
2. 掌握算法复杂度的分析方法, 能够估算算法的时间复杂度和空间复杂度。

二、线性表

1. 理解线性表的结构和特点, 掌握线性表的基本操作和实现算法;

- 2、掌握顺序存储线性表的方法以及基本操作的实现算法；
- 3、掌握链接存储线性表的方法，单链表和循环链表的结构，以及基本操作的实现算法。

三、栈和队列

- 1、理解栈的定义和结构特点，掌握其存储方式（顺序存储和链接存储）、基本操作和实现算法；
- 2、理解队列的结构和特点，掌握其存储方式（顺序存储和链接存储）和基本操作的实现算法；
- 3、理解递归的基本概念和实现原理，掌握用递归思想描述问题和构造算法的方法，以及栈与递归的实现。

四、串

- 1、理解串类型的定义，掌握字符串的存储结构，字符串的基本运算；
- 2、掌握字符串模式匹配算法及简单应用。

五、数组和广义表

- 1、理解数组的定义，数组的顺序表示和实现，以及矩阵的压缩存储；
- 2、理解广义表的定义，广义表的存储结构。

六、树和二叉树

- 1、理解树的结构和定义，掌握树的主要概念；
- 2、理解各种二叉树的定义、性质与存储结构，掌握其特点；
- 3、掌握二叉树遍历方法的实现原理和性质，能将二叉树的遍历方法应用于求解二叉树的叶子结点个数、查找结点、表达式求值、编码压缩等问题，掌握遍历的非递归实现方法。
- 4、掌握 AVL 树的定义和性质，基本操作的实现方法，理解 AVL 树的应用；
- 5、理解树的存储结构，掌握森林与二叉树的转换，树和森林的遍历方法；
- 6、理解赫夫曼树的基本原理、实现及应用。

七、图

- 1、掌握图的基本概念、图的存储结构；
- 2、掌握图的深度优先遍历和广度优先遍历方法；
- 3、理解图的连通性问题，掌握最小生成树的方法等；
- 4、有向无环图及其应用，掌握 AOV 活动网络的拓扑排序方法，AOE 活动网络的关键路径的方法；
- 5、掌握最短路径的设计思路和方法。

八、集合和查找

- 1、理解集合的基本概念，掌握常用实现集合的各种存储方法；
- 2、掌握顺序表的查找、有序表的查找、静态树表的查找及索引顺序表的查找；
- 3、掌握二叉排序树和平衡二叉树的基本操作，了解 B 树和 B+树。
- 4、理解哈希表的实现原理，能按指定的哈希函数和解决冲突的方法构造哈希表。

九、排序

理解各种排序方法的实现，掌握各种排序算法的特点和时间空间复杂度，能根据应用需求选择合适的排序方法实现对数据的排序。

参考书目：

- 1、《数据结构（C 语言版）》，严蔚敏、吴伟民编著，清华大学出版社，2007。
- 2、数据结构题集，严蔚敏编著，清华大学出版社，2007。

模块四：肿瘤放射物理学

一、核物理基础

1、基本概念

包括原子结构，原子、原子核能级，原子、原子核质量，单位体积物质中的原子数和电子数，基本粒子的种类和物理特性等。

2、放射性

包括原子核衰变类型（ α 衰变、 β 衰变、 λ 跃迁和内转换）的衰变条件、特征以及衰变的量化计算等。

二、电离辐射与物质的相互作用

1、带电粒子与物质的相互作用

包括带电粒子与物质相互作用的主要方式，各种作用方式的机理以及相关参数的计算等。

2、X（ λ ）射线与物质的相互作用

包括 X（ λ ）射线与物质发生的各种相互作用的作用机理以及相关参数的计算等。

三、电离辐射吸收剂量的测量

1、电离室测量吸收剂量原理

包括电离室的工作机制、工作特性和吸收剂量的原理等。

2、电离辐射质的确定

包括 X（ λ ）射线和高能电子束射线质的确定方法等。

3、吸收剂量的测量方法

包括实践中测量吸收剂量的方法及基本原理、剂量学特性和使用方法等。

四、放射源和放射治疗机

包括放射治疗中使用放射源的种类，放射治疗中使用的照射方式，放射治疗机的基本结构、物理特性、工作原理，多叶准直器的相关知识和技术等。

五、X（ λ ）射线射野剂量学

包括百分深度剂量分布、组织空气比、组织最大剂量比等基本概念，掌握处方剂量计算方法等。

六、高能电子束射野剂量学

包括 X（ λ ）射线、高能电子束的射野剂量学特性，射野剂量学中的一些基本物理概念等。

七、近距离照射剂量学

包括近距离治疗中影响剂量分布的物理和几何因素、源周围剂量分布的特点、放射源的校准、后装放射源的定位技术、腔内组织间布源规则以及治疗方案的优化等。

八、治疗计划设计的物理原理和生物学基础

包括治疗计划设计的物理原理和生物学基础，计划设计中应考虑的临床和生物学因素、靶区及靶区剂量规定、射野设计原理等。

九、治疗计划设计与执行

包括治疗计划设计与执行的基本过程和步骤，以及其中涉及的治疗体位和体位固定技术、模拟定位机和 CT 模拟；三维计划系统的特点及功能、图像登记方式，射野设计工具、计划评估工具，射野影像系统；以及射野挡块及组织补偿技术等。

十、三维剂量计算模型和治疗方案优化

包括 X（ λ ）射线、高能电子束的剂量计算物理模型，以及治疗方案优化的算法等。

十一、调强适形放射治疗

包括调强适形放射治疗的定义、临床价值、设备要求和调强放疗的实现方式，以及

立体定向放疗的原理、方法及其与调强适形放疗的关系等。

十二、放射治疗的质量保证和质量控制

包括开展质量保证和质量控制的物理和技术措施等。

十三、辐射防护

包括辐射防护的基本原则和标准、外照射的防护措施等。

备注：上述内容为本科目的考察大致范围，可根据命题实际需要，允许偶有超出上述范围的命题情况出现。请各位考生注意。