东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">计算机与通信工程学院</td><td>课程代码</td><td colspan="5">3030213043</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="8">复变函数与积分变换</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="8">Complex Variable Function and Integral Transformation</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>32</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">32</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学　分</td><td>2</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="8">☑理论课程　☐理论（含实验）课程　☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="8">☑通识类　☐学科基础类　☐专业方向类　☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="8">通信工程专业</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="8">高等数学、线性代数</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="8">☐1-1 ☐1-2 ☑2-1 ☐2-2 ☐3-1 ☐3-2
☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="3">☑考试 ☐考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="4">☑百分制 ☐五级制
☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="8">1. 西安交通大学高等数学教研室编：《复变函数》（第四版），高等教育出版社，1996；.
2. 东南大学数学学院 张元林编：《积分变换》（第六版），高等教育出版社，2019.</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="8">1. 孙广毅：《工程数学复变函数》，哈尔滨工程大学出版社，2007.
2. 华中科技大学数学系编：《复变函数与积分变换》（第三版），高等教育出版社，2008
3. 盖云英：《复变函数与积分变换学习指导》，科学出版社，2004.</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="8">无</td></tr>
</table>

二、课程简介

中文描述

复变函数与积分变换是运用复变函数的理论知识解决微分方程和积分方程等实际问题的一门课程，同时是通信工程专业必修的数学基础课。

知识内容主要包括复变函数的定义、连续性、解析函数的概念与判定准则、几个初等函数、复变函数的积分、级数、留数、Fourier 变换、Laplace 变换等方面的内容。复变函数与积分变换既能简化计算，又能体现明确的物理意义，在许多领域有广泛应用，如电气工程、通信与控制、信号分析与图像处理、机械系统、流体力学、地质勘探与地震预报等工程技术领域。本课程的目的是通过深入浅出的教学，使得学生可以掌握复变函数与积分变换的基础理论及工程技术中的常用数学方法，为后续有关课程的学习奠定了必要的数学基础。

同时，本课程还注重培养学生具备一定的科学思维、科学精神和科学素质，树立科学思想及正确的世界观和方法论，学生不仅能够获得实用的理论知识，还能够在学习过程中认知大国工匠精神的内涵及时代意义，增强专业认同感、民族责任感。

English Description

三、课程目标

1、知识目标：

1-1：掌握复变函数的基础理论和方法；

1-2：掌握傅里叶变换与拉普拉斯变换的性质、方法。

2、能力目标：

2-1：培养学生的抽象思维，提高逻辑推理能力；

2-2：使学生具有良好的开拓专业理论的素质，为学习有关后续课程和进一步扩大数学知识奠定必要的数学基础。

3、**德育/素养目标：**

3-1：展示本专业在新时代中国特色社会主义建设中的成就和当前要解决的重大课题；

3-2：理解复变函数、傅里叶变换与拉普拉斯变换等知识对于刻画工程实践问题的重要意义；

3-3：认知大国工匠精神的内涵及时代意义，增强专业认同感、民族责任感；

3-4：让学生通过学习，掌握事物发展规律，通晓天下道理，丰富学识，增长见识，塑造品格，努力成为德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人；

3-5：注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感；

3-6：注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联性（H/M/L）
1、工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。	指标点 1-1：掌握数学、自然科学、工程基础和专业知识，并使用其建立正确的数学、物理学等模型以解释复杂工程问题；	1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2 3-3、3-4、3-5、3-6	H
2、问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂物联网工程问题，以获得有效结论。	指标点 2-1：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理、方法和手段，分析、识别、表达本专业相关的复杂工程问题；	1-1、1-2、2-1、2-2、3-3、3-4、3-5、3-6	M
	指标点 2-2：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理、方法和手段，针对实际复杂工程问题设计针对性的技术方案，并综合运用文献、科学理论和技术手段予以解决。	1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2 3-3、3-4、3-5、3-6	M

四、主要教学内容

（一）理论教学

第一章：复数与复变函数 （支撑课程目标 1-1, 2-1, 2-2, 3-2, 3-6）

【1】知识点：

(1) 复数及其代数运算；
(2) 复数的几何表示；
(3) 复数的乘幂与方根；
(4) 区域；
(5) 复变函数；
(6) 复变函数的极限和连续性。

【2】学习目标：

了解： 区域与复变函数的概念。
理解： 复变函数的极限和连续的概念。
掌握： 复数的各种表示方法及其运算。

【3】重点内容：

(1) 复数的各种表示方法及相应的运算；
(2) 区域与连通性；
(3) 复变函数的极限。

【4】难点内容：

(1) 扩充复球面；
(2) 复数开方和多值函数。

【5】思政案例：

介绍瑞士数学家欧拉。这位伟大的数学家，除了他一生的辉煌成就之外，值得一提的就是他在失明之后仍坚持不懈的工作，引发学生对于科学探索及创新的热情，让学生明白，不是“上帝为我们关上一扇门后同时又打开一扇窗”的，打开那扇窗的是我们自己的坚持不懈的努力。也许，努力得不到想要的结果，但是不努力是什么结果也没有的。与此同时，努力的过程就是成功路途中的一道靓丽的风景。

第二章：解析函数 （支撑课程目标 1-1, 2-1, 2-2, 3-1, 3-3）

【1】知识点：

(1) 解析函数的概念；
(2) 函数解析的充要条件；
(3) 初等函数。

【2】学习目标：

了解： 复变函数的导数及复变函数解析的概念；了解调和函数与解析函数的关系。
理解： 指数函数、三角函数、对数函数及幂函数的定义及它们的主要性质（包括在单值区域中的解析性）。
掌握： 复变函数解析的充要条件；从解析函数的实（虚）部求其虚（实）部的方法。

【3】重点内容：

(1) 解析的概念；
(2) 解析函数的判定；
(3) 柯西—黎曼方程；
(4) 计算初等函数值。

【4】难点内容：

(1) 解析与可导的关系；
(2) 初等函数中多值函数及其单值解析分支的概念。

【5】思政案例：

解析函数的概念教学过程中启迪学生要养成坚持不懈、勇于追求真理、尊重事实、相信科学的科学精神，不迷信权威、不唯心主义，树立唯物主义世界观；利用猜想、类比、转化等数学思

想，举一反三、融会贯通，培养学生创新思维能力及创新意识、探索精神.

第三章：复变函数积分 （支撑课程目标 1-1, 2-1, 2-2, 3-4, 3-5）

【1】知识点：

(1) 复变函数积分的概念；
(2) 柯西—古萨基本定理；
(3) 基本定理的推广—复合闭路定理；
(4) 柯西积分公式；解析函数的高阶导数；
(5) 解析函数与调和函数的关系。

【2】学习目标：

了解：闭路变形原理。

理解：复变函数积分的定义，解析函数无限次可导的性质。

掌握：柯西—古萨基本定理；复合闭路定理，柯西积分定理，和高阶导数公式，解析函数与调和函数的关系。

【3】重点内容：

(1) 复变函数积分的概念；
(2) 积分的一般计算方法；
(3) 闭路曲线积分定理的应用；
(4) 原函数与不定积分；
(5) 柯西积分公式；
(6) 高阶导数公式；
(7) 解析函数与调和函数的关系。

【4】难点内容：

(1) 柯西—古萨基本定理的应用；
(2) 复合闭路定理与复积分的计算；
(3) 柯西积分公式的应用；
(4) 高阶导数公式的应用；
(5) 求共轭调和函数的方法。

【5】思政案例：

介绍法国数学家柯西。柯西在数学领域，有很高的建树和造诣。很多数学的定理和公式也都以他的名字来称呼，如柯西不等式、柯西积分公式。但柯西有一个性格弱点---不善与人交流，这个弱点使得他受到周围人的排挤，而这节思政课的主要内容就是让学生明白，不要被自己的某些“劣势”影响了自己的人生，每个人都存在自己的弱点，人无完人；同时，也教导学生不要将同伴的弱点放大进而嘲笑，应该做的是尽自己的能力去帮助他，增加他克服弱点的信心。

第 4 章：级数 （支撑课程目标 1-1, 2-1, 2-2, 3-2, 3-6）

【1】知识点：

(1) 复数项级数；
(2) 幂级数；
(3) 泰勒级数；
(4) 洛朗级数。

【2】学习目标：

了解：复数项级数收敛、发散及绝对收敛等概念；幂级数收敛圆的概念。

理解：幂级数在收敛圆内一些基本性质；简单的幂级数收敛半径的求法。

掌握：将解析函数在一点展开为泰勒级数，熟记 $e^z, \sin z, \ln(1+z), (1+z)^\alpha$ 的麦克劳林展开式，并能利用它们将一些简单的解析函数展开为幂级数；掌握将函数在圆环域展开为洛朗级数的间接法。

【3】重点内容：

(1) 复数项级数；
(2) 幂级数的收敛半径；
(3) 常见函数的泰勒级数展开式；
(4) 洛朗级数的展开式。

【4】 难点内容：

(1) 敛散性的判别；
(2) 级数在收敛区间端点处的敛散性；
(3) 利用间接方法将函数展开成洛朗级数。

【5】思政案例：

针对学生上课迟到，需要教导学生守时。守时是一种文明，是一种美德，也是一种原则，遵循这条原则的人大多容易成功，而忽略这条原则的人大多容易失败。这些可以从身边的一些小事上入手，如不守时就会赶不上火车或者飞机，不守时就会失去面试的机会等等。同时，教育迟到的学生要讲究一定的方法，当着所有同学的面进行批评教育是不可取的方法，可以等到课程结束后，单独进行谈话和教育。.

第 5 章：留数 （支撑课程目标 1-1, 2-1, 2-2, 3-2, 3-6）

【1】知识点：

(1) 孤立奇点
(2) 留数；
(3) 留数在定积分上的运用。

【2】学习目标：

了解：函数在无穷远点的性态，会用留数求一些实积分。
理解：留数的概念。
掌握：判断孤立奇点的类型，极点处留数的求法；留数定理；用留数求闭曲线积分的方法。

【3】重点内容：

(1) 孤立奇点的定义；
(2) 利用留数定理计算函数沿封闭曲线的积分；
(3) 留数在定积分计算中的应用。

【4】难点内容：

(1) 奇点类型的判断；
(2) 函数在无穷远点的性态；
(3) 无穷远点处的留数计算；
(4) 利用留数定理和相关公式求函数沿封闭曲线的积分；
(5) 利用留数定理计算几种类型的实积分。

【5】思政案例：

智能手机可以说是科技发展史上的一大突破，它的出现便捷了我们的工作和生活，同时，也存在一定的弊端。学生可以说是这个弊端的一个典型例子，上课玩手机的现象广泛存在于各大院校中，已经给学生的学习生活带来了负面的影响，很多学生表示：没有手机就感觉缺少了什么，为了保证手机有充足的电量，充电宝是每个学生的必备。针对这个问题，可以参考北京大学“无手机课堂”活动。

第 6 章：Fourier 变换 （支撑课程目标 1-2, 2-1, 2-2, 3-2, 3-5）

【1】知识点：

(1) Fourier 积分；
(2) Fourier 变换；
(3) Fourier 变换的性质；

(4) 卷积。

【2】学习目标：

了解：Fourier 积分。

理解：单位脉冲函数，卷积和卷积定理。

掌握：Fourier 变换的概念；掌握 Fourier 变换的线性性质、位移性质、微分性质、积分性质。

【3】 重点内容：

(1) 傅氏变换的概念及性质；
(2) 傅氏变换的计算；
(3) 傅氏变换的性质；
(4) 脉冲函数的性质；
(5) 卷积和卷积定理。

【4】难点内容：

(1) 函数傅氏变换和傅氏逆变换的计算。
(2) 傅氏变换的性质；
(3) 傅氏变换的应用。

【5】思政案例：

讲述法国数学家和物理学家傅里叶的故事。傅里叶于 1807 年在法国科学学会上发表了一篇论文，运用正弦曲线来描述温度分布，论文里有个在当时具有争议性的决断：任何连续周期信号可以由一组适当的正弦曲线组合而成。当时审查这个论文的人，其中有两位是历史上著名的数学家拉格朗日(Joseph Louis Lagrange, 1736-1813)和拉普拉斯(Pierre Simon de Laplace, 1749-1827)，当拉普拉斯和其它审查者投票通过并要发表这个论文时，拉格朗日坚决反对，在他此后生命的六年中，拉格朗日坚持认为傅里叶的方法无法表示带有棱角的信号，如在方波中出现非连续变化斜率。法国科学学会屈服于拉格朗日的威望，拒绝了傅里叶的工作，幸运的是，傅里叶还有其它事情可忙，他参加了政治运动，随拿破仑远征埃及，法国大革命后因会被推上断头台而一直在逃避。直到拉格朗日死后 15 年这个论文才被发表出来。拉格朗日是对的：正弦曲线无法组合成一个带有棱角的信号。但是，我们可以用正弦曲线来非常逼近地表示它，逼近到两种表示方法不存在能量差别，基于此，傅里叶是对的。

第 7 章：Laplace 变换 （支撑课程目标 1-2, 2-1, 2-2, 3-6）

【1】知识点：

(1) Laplace 变换的概念；
(2) Laplace 变换的性质；
(3) Laplace 逆变换；
(4) 卷积；
(5) Laplace 变换的应用。

【2】学习目标：

了解：Laplace 变换的概念。

理解：Laplace 逆变换定理(海维赛德展开式), Laplace 变换的卷积定理, Laplace 变换的线性性质、位移性质、微分性质、积分性质。

掌握：某些常见函数(例如指数函数、$\sin kt$,$\cos kt$,$\delta(t)$的变换公式,并会查表求象函数和象原函数.会用 Laplace 变换解常系数线性微分方程及方程组。

【3】重点内容：

(1) Laplace 变换的定义和性质；
(2) Laplace 逆变换的计算；
(3) 用 Laplace 变换求解微分方程（组）。

【4】难点内容：

(1) 几个特殊函数的 Laplace 变换；

(2) 基于 Laplace 变换和性质求解微分方程（组）。

【5】思政案例：

介绍法国数学家、天文学家拉普拉斯的生平，他在运用数学时创造和发展了许多新的数学方法，拉普拉斯变换导致了后来海维塞德发现运算微积分在电工理论中的应用。

五、教学安排与学时分配

本课程以课堂教学为主。课堂教学围绕本课程的基本概念、基本理论、基本原理进行授课。课程围绕立德树人根本任务，以培养德智体美劳全面发展社会主义建设者和接班人为总目标，以复变函数与积分变换的基本概念为基础，逐步展开，深入讲解复数与复变函数的概念，解析函数，复变函数积分，级数，留数，以及 Fourier 变换和 Laplace 变换。课程充分利用线下课堂、线上教学资源和思政案例开展教学活动，发挥理论知识传授、实验实践操作及价值引领作用，厚植家国情怀和强国理念，扎实基础知识，提升实践技能和创新精神，树立正确的人生观、世界观和价值观。线下面授课堂的学时分配如表 2 所示。

表 2 学时分配表

讲　　课　　内　　容		学时				
		讲课	实验	上机	设计	课外
第 1 章	复数与复变函数	2	0	0	0	0
第 2 章	解析函数	4	0	0	0	0
第 3 章	复变函数积分	6	0	0	0	0
第 4 章	级数	6	0	0	0	0
第 5 章	留数	6	0	0	0	0
第 6 章	Fourier 变换	4	0	0	0	0
第 7 章	Laplace 变换	4	0	0	0	0
小计		32	0	0	0	0
总计	32					

六、教学方法

1、讲授基本理论知识，结合证明过程和应用场景，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件、网络教学和传统教学相结合的教学方式，赋予课堂生机。

3、理论教学、讨论形式相结合，调动学生的学习积极性，培养学生的自学能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。

七、成绩评定

1、本课程考试形式为闭卷，按百分制评定。结合平时作业、课堂提问、课堂交流和期末考试成绩综合评定成绩。

（1）平时成绩占 50%，主要包括课堂交流、作业、线上资料学习等综合评定。

（2）期末成绩占 50%，主要为试卷成绩（闭卷测试）。

2、所缺作业超过应完成量 1/3 者，或缺课学时超过计划学时 1/3 者，取消该课程考核资格。

八、评价及持续改进

1、教学大纲

考核周期：4 年，修订周期：4 年。

改进措施：课程负责人组织课程团队所有教师讨论后提出改进意见，经教研室主任审核后由教学院长批准。

2、成绩评定考核

考核周期：1 学年，评价依据：学生最终成绩综合分析。

改进措施：根据学生最终成绩的分布，进行相应的内容调整和优化，并改进教学方法。

撰写：　　刘立卿

审核：　　辛凤鸣

批准：　　史闻博

日期：　　2023.07.05