

一、自动控制原理

课程介绍

自动控制原理是自动化专业的一门重要的技术基础理论课，是为培养从事自动控制和自动化仪表等专业领域的工程技术人员而设置的。通过本课程的学习，学生能为以后运动控制、过程控制及其他专业课程的学习打下坚实的理论基础。通过本课程的教学，学生能较熟练地掌握自动控制的基本概念，控制系统的数学模型以及结构图和信号流图的表示方法，线性控制系统的时域分析法、根轨迹法、频域分析法、控制系统校正的基本方法，以及系统稳定性、稳态误差、动态性能的分析方法。并培养学生针对自动控制系统性能指标的定性分析和定量计算能力，以及系统校正能力。

课程负责人简介

谭冠政教授，1983 年 7 月获南京航空学院航空动力装置控制工程专业学士学位，1988 年 6 月获国防科学技术大学自动控制理论及应用专业硕士学位，1992 年 11 月获南京航空航天大学机械制造及其自动化专业博士学位（导师为校长朱剑英教授）。现任中南大学智能系统研究所所长，信息科学与工程学院自动化系教授，控制科学与工程学科博士生导师，计算机软件与理论学科博士生导师，《机器人》杂志编委，中国自动化学会机器人专业委员会委员，中国人工智能学会智能机器人专业委员会委员，2004 年 10 月至 2005 年 9 月担任英国伯明翰大学计算机科学学院智能机器人实验室客座教授。

课程思政教学大纲

一、课程说明

课程编号：090110Z10

课程名称：自动控制原理/ Principle of Automatic Control

课程类别：专业课

学时/学分：64/4（其中实验学时：12）

先修课程：高等数学 A2、复变函数与积分变换、模拟电子技术 A、数字电子技术 A

适用专业：自动化、测控技术与仪器、电气工程及其自动化、智能科学与技术等教材、教学参考书：

[1] 胡寿松. 自动控制原理(第 7 版)[M]. 北京：科学出版社，2019.

[2] Dorf, R C Bishop R H. 现代控制系统(第 10 版，英文影印版)[M]. 北京：科学出版社，2012.

[3] Dorf, R C Bishop R H. 现代控制系统(第 12 版)[M]. 谢红卫，等，译. 北京：电子工业出版社，2015.

[4] 绪方胜彦. 现代控制工程(第 4 版，英文影印版)[M]. 北京：清华大学出版社，2006.

[5] 王建辉，顾树生. 自动控制原理(第 2 版)[M]. 北京：清华大学出版社，2014.

二、课程达成目标

1. 课程目标

通过本课程的学习、研讨和实践训练，达成如下目标。

课程目标 1

掌握自动控制的基本原理和自动控制系统的基本概念，建立控制系统分析与设计的基本思维模式，能够运用线性系统的时域、频域分析法，分析线性连续控制系统；掌握线性系统各种常用的校正方法和校正装置的设计原则，掌握线性离散系统的分析与设计方法，能够针对自动化工程中的控制问题进行分析并设计解决方案。

课程目标 2

掌握控制系统各种数学模型的常用建立方法，了解模型的应用特点及相互转换方法；掌握时域分析法、根轨迹分析法和频域分析法这三种经典的线性系统分析方法及其在系统分析中的各自特点，能够在自动化工程应用中将其运用于控制系统稳定性、动态性能和稳态性能的定性分析与定量计算以及性能评估；掌握线性离散系统的分析方法，能够将其运用于自动化工程应用中离散控制系统的设计和系统性能评估；掌握非线性控制系统的分析与设计方法，能够有效分析常见非线性特性对系统运动的影响，能够运用描述函数法分析非线性系统的稳定性；通过对相关文献的学习研究，能够针对自动化工程中的对象与控制系统进行建模、分析、求解并合理解释结果。

课程目标 3

掌握线性系统各种经典的校正方法、PID 控制器的设计方法，并能够运用于自动化工程应用中的控制系统优化设计，使系统满足复杂工程问题的具体要求；掌握线性离散系统的动态性能与稳态性能分析计算方法，能够运用于自动化工程应用中的离散控制系统设计及性能评估；掌握非线性控制系统的设计方法，能够在自动化工程应用中合理设计非线性控制系统，使之满足性能指标要求。通过对相关设计文献的学习研究和控制系统设计实践训练，能够针对自动化领域复杂工程问题，进行系统方案设计。

课程目标 4

初步掌握控制系统数学模拟的方法，学会使用 MATLAB 等现代信息技术工具和仿真软件，正确求解或验证控制系统的参数设计与优化问题。掌握控制系统频率特性的测量方法和调整系统参数的方法，能够独立完成课程规定的实验，具备很强的实践操作能力，同时掌握

自动化工程设计常用仪器设备的使用方法；通过对自动控制系统的分析、设计与实验操作训练，能够根据自动化工程实际要求，确定研究目标，并依据相关科学问题原理，选用合适的检测仪器设备或软件工具，设计控制系统仿真和实验(或测试)方案，从而培养和提高学生结合理论学习进行实际工程问题分析与实践的能力。

2. 课程目标与毕业要求的对应关系及其支持指标点的权重

课程能力 目标	毕业要求	毕业要求指标点	支持指标 点的权重
课程目标 1	工程知识	掌握工程和自动化学科基础知识，能够对实际工程问题进行分析并设计解决方案	0.3
课程目标 2	问题分析	能够运用自动化工程专业知识并通过文献研究和调研，构建自动化领域复杂工程问题中被控对象与控制系统的模型，并进行分析、求解和结果解释	0.3
课程目标 3	设计/开发解决方案	能够运用自动化专业知识，针对自动化领域复杂工程问题，进行系统方案设计，并在系统集成、部件设计等环节中体现创新意识	0.25
课程目标 4	研究	能够根据自动化工程实际要求，确定研究目标；能依据自动化领域复杂工程问题的原理设计仿真和实验方案	0.15

三、课程的基本要求

(1)知识：了解自动控制理论的发展历史，掌握自动控制系统的基本概念；掌握自动控制系统的数学建模方法，掌握线性系统的时域分析法、根轨迹分析法和频域分析法；掌握线性系统各种常用的校正方法和校正装置的设计原则；掌握线性离散系统的分析与设计方法，掌握非线性控制系统的分析方法。

(2)能力：系统掌握经典控制理论的知识体系，逐步建立起控制系统分析与设计的基本思维模式；能够独立对控制系统的稳定性、动态性能和稳态性能进行定性分析和定量计算，具备综合运用所学理论和方法完成较复杂控制系统设计的能力；能够独立完成课程规定的实验，具备很强的实践操作能力，同时掌握自动化工程设计常用仪器设备的使用方法；通过理论学习、专题讨论和实验，培养创新意识，提高分析、发现、研究和解决问题的能力。

(3)素质：在教学过程中，注重对学生思想水平、政治觉悟、道德品质、文化素养等的培养。通过教学，学生能建立起控制系统分析与设计的基本思维模式，培养学生具备自动化工程师的职业素养；通过教学过程的分析、讨论、团队合作、课堂互动和答疑等环节，培养学生的分析、沟通和交流素质；通过提供英文原版教学参考书，培养学生阅读英文专业资料的能力和习惯，增强与外国科技专家交流的意识与素质；通过课外导学模式，提升学生自主学习和终身学习的意识，形成不断学习并适应技术发展的专业素质。通过工程项目实例的分析讲解，课程树立“科学无国界，但科学家有祖国”的观念，提高学生的政治思想觉悟。

四、课程设置的目的是与意义

“自动控制原理”是自动化、测控技术与仪器、电气工程及其自动化、智能科学与技术等的核心专业基础课。既有系统分析又有系统设计，既有理论性又有很强的实践性。

课程思政的设置，目的和意义在于：

1. 坚定政治信念，坚定爱国信念

帮助学生坚定马克思主义和中国共产党领导、中国特色社会主义的信念；增强学生的爱国主义情感，坚定祖国利益高于一切的爱国信念；自觉维护社会和谐稳定、国家繁荣昌盛的大好局面；树立“今天我为祖国而自豪，明天祖国为我而骄傲”的信念。

2. 坚定科技强国信念，练就过硬本领，投身强国伟业

帮助学生加强科技强国意识和专业自豪感，切实提高学生对专业的热爱和为祖国繁荣昌盛努力学习的热情；帮助学生树立科技强国的信念，引导他们为新时代新中国的发展建设而努力学习；帮助学生学好本领，做好准备，为实现“中国制造 2025”强国战略和中华民族伟大复兴的中国梦拼搏进取。

3. 树立正确的人生观和价值观，实现个体成长和社会进步

引导学生理解控制科学所揭示的自然观、时空观、方法论以及系统演化的有关辩证关系，帮助学生更加清楚地认识到：无论是宏观层面的社会发展，还是微观层面的个体成长，都在人类命运共同体的大环境中，在你中有我、我中有你的紧密联系下，逐步实现由低到高、由浅入深的发展；帮助学生正确地认识和把握人生、人生价值、个人与社会的关系，树立正确的人生观和价值观。

4. 牢固树立创新意识，坚持唯物辩证法的革命批判精神和辩证否定观，培养勇于突破的创新精神

引导学生理解控制系统校正/设计/综合以及实际生产的技术改造思想，帮助学生深刻认识到：如何从不断追求产品和系统的性能指标这一原动力，发展到以主动求变、科学应变为驱动力，不断激发出更好发展的强大动能，应该帮助学生牢固树立创新意识，培养学生科学的创新思维和创新方法，以及坚持唯物辩证法的革命批判精神和辩证否定观，培养学生独立思考、善于发现和提出问题、敢于怀疑、勇于突破的创新精神。

5. 弘扬严谨认真、精益求精、追求真理的工匠精神，激励学生走科技成才、科技报国之路

激发学生的家国情怀，弘扬中国精神、民族精神和时代精神，同时指导学生本着这些精神，用科学观(认知论和方法论)和求真务实的态度，认真对待每一项具体学习任务和工作，鼓励学生在解决受制于他人的重大科学瓶颈问题时强化自己的责任与担当；引导学生深刻理解量变质变规律，弘扬精益求精、认真细致、追求真理的工匠精神；培养学生对科研工作的严谨态度以及一丝不苟的工作作风，以及坚持理论联系实际、学以致用、以学促行的科学精神，行稳致远，激励学生一步一个脚印，踏踏实实，走科技成才、科技报国之路。

五、教学思路与方式

本课程教学由大班授课、小班专题讨论和实验三个环节组成，其中，大班授课 48 学时，小班讨论 8 学时，实验 12 学时。本课程采用的主要教学思路 and 具体方式如下。

(1)以课堂教学为主,辅以小班讨论和课程实验,通过理论教学与仿真、实验训练相结合,促进学生工程观点的建立和分析能力的提升。

(2)课堂教学主要讲解有关自动控制原理的基本概念、基本理论以及控制系统的基本分析方法,并将生产、生活以及科技热点等内容融入基本理论的讲解中,使学生能够全局性、系统地认识和掌握自动控制的基本原理,熟悉自动控制理论体系、思维方式和研究与设计方法。注重介绍工程实际系统,引导学生理论联系实际,培养学生实践能力和创新意识。在教学过程中结合具体内容,采用现代教育信息技术手段与传统教学方法相结合的方式,充分利用学校的网络资源,增强教学效果。

(3)小班专题讨论主要采用启发式教学,加深学生对控制理论中基本概念和方法的理解,拓宽知识面。每次讨论课前提供2~3个专题供学生选择,让学生自主组合,分工协作,按时完成文献资料查阅整理、问题分析、解决方案设计、仿真实验以及PPT制作汇报等环节。通过对控制系统案例的分析与讨论,引导学生独立思考,主动学习,培养和提高学生理论联系实际、提出问题、分析问题和解决问题的能力。锻炼和提高学生的交流、沟通和表达能力以及团队合作能力。培养学生的责任感和职业道德。

(4)课堂教学与小班专题讨论中,通过海底隧道钻机控制系统时域性能综合分析、磁盘驱动读取系统时域性能综合分析、自动焊接头控制系统根轨迹法设计与综合分析、小型飞机自动驾驶仪根轨迹法设计与综合分析、转子绕线机控制系统串联超前校正设计与综合分析、工作台运动控制系统数字控制器设计与综合分以及串级直流电机双闭环速度控制等案例分析,学生能领会和掌握控制、反馈、干扰抑制等自动控制理论的思维方法并能灵活应用。

(5)实验课主要针对线性系统和典型环节分析进行验证性综合实验,以及针对典型的温度控制系统的方案设计与实现,要求学生掌握自动控制系统建模与分析的基本方法和一般系统的设计方法,加深学生对基本控制理论的理解,训练学生的实验技能和科学实验方法,提高学生综合分析和解决实际问题的能力。

(6)建立微信群或QQ群(或通过电子邮件、短信、电话等方式),加强与学生的联系,实现线上线下互动,使用课内提问、课后及时答疑和课外答疑相结合的有效教辅方式。

(7)部分章节内容采取学生自学,并在讨论课上展示学习成果的方式,通过教师对学生的讲授效果和自学效果以及方法的讲评,并结合学生听众评价,培养和强化学生自主学习的意识和自主学习的能力。

六、实践教学内容 and 基本要求

1. 实践教学目标

通过课程实验,学生能够加深对自动控制原理基础知识的理解,能够针对系统的稳定性、动态性能、稳态性能以及系统校正等问题采取正确合适的分析方法;针对典型控制系统进行方案设计,并实施验证实验;通过正确采集和处理数据,进行数据分析并得出结论;通过实验操作训练熟悉相关实验测试设备及其正确使用方法,了解实验室的各项规章制度。实践教学内容对应课程目标1、2、3、4。

2. 内容安排与具体要求

本课程共安排六个实验,每个实验2学时,实验内容与基本要求如下表所示。

实验名称	实验内容	学时	基本要求
典型系统的时域响应和稳定性分析	1. 研究二阶系统的特征参数 (ξ, ω_n) 对系统响应的过渡过程的影响; 2. 观察二阶系统的三种阻尼比对应的响应曲线及系统的稳定性; 3. 用 Routh 判据对三阶系统进行稳定性分析	2	1. 掌握 TD-ACC+ (或 TD-ACS) 实验系统的使用方法及相关模拟电路的构成方法; 2. 掌握二阶系统特征参数对系统性能的影响, 尤其是欠阻尼、临界阻尼、过阻尼三种情况下系统响应曲线的差异; 3. 掌握采用 Routh 判据对系统的稳定性进行判断的方法 效果要求: 课程目标 2
线性系统的校正	1. 根据待校正二阶系统 (原系统) 方框图, 在实验系统上构建其模拟电路, 并测试其性能指标; 2. 设定期望的性能指标, 采用串联校正法对原系统进行校正设计, 构建校正系统的模拟电路, 并测试其性能; 3. 对校正后的系统与原系统的动态和稳态性能进行比较分析	2	1. 掌握系统校正的各种经典方法, 重点了解串联校正方法的设计思路; 2. 根据期望的时域性能指标, 推导出二阶系统的串联校正环节的传递函数; 3. 能够根据系统的方框图, 构建对应的模拟电路; 4. 掌握实验系统的操作方法 效果要求: 课程目标 1、2、3
线性系统的根轨迹分析	1. 实验前, 根据控制系统的传递函数画出系统的根轨迹图, 对其稳定性和动态性能做出理论上的分析判断; 2. 根据实验对象的方框图, 正确构建与其对应的模拟电路; 3. 改变系统的开环增益, 观察系统的时域响应曲线, 分析参数变化对系统动态性能的影响	2	1. 能够根据实验对象 (控制系统) 的方框图, 正确构建其对应的模拟电路; 2. 能够根据控制系统的开环传递函数, 绘制系统的根轨迹图; 3. 能够利用根轨迹法分析系统的稳定性和动态性能; 4. 通过实际实验, 能够验证根轨迹方法。 效果要求: 课程目标 1、2、3
线性系统的频率响应分析	1. 针对给定的闭环控制系统方框图, 正确构建其模拟电路; 2. 直接频率特性测量方法: 在时域曲线窗口将信号源和被测系统的响应曲线显示出来, 直接测量对象输出与信号源的相位差及幅值衰减情况, 获取控制系统的闭环频率特性 (闭环伯德图和闭环极坐标图); 3. 间接频率特性测量方法: 测量系统的反馈信号与误差信号的相位差及幅值衰减情况, 获取对象的开环频率特性 (开环伯德图和开环极坐标图)	2	1. 掌握采用频率特性理论对线性系统进行分析与综合的基本方法; 2. 掌握伯德图的绘制方法, 能够根据伯德图确定系统的开环传递函数; 3. 能够根据控制系统的方框图, 正确构建其对应的模拟电路; 4. 熟悉实验系统频率特性测试虚拟仪器的使用方法, 能够利用集成软件中的频率特性测量界面正确绘制出被测对象的伯德图和极坐标图 效果要求: 课程目标 1、2、3、4

续上表

实验名称	实验内容	学时	基本要求
离散(采样)系统的稳定性分析	1.熟悉 LF398 采样——保持器芯片的功能(零阶保持器); 2.针对给定的闭环采样控制系统,正确构建其模拟电路; 3.取系统的输入为 1 V 的单位阶跃信号,通过改变 LF398 正弦输入信号的频率改变采样周期,从小到大取若干个采样周期,观察系统的输出波形,验证香农采样定理,同时计算各采样周期对应的系统性能(超调量和调节时间),分析采样周期对系统性能的影响	2	1.掌握离散(采样)系统分析与综合的基本理论; 2.掌握香农采样定理,了解信号的采样保持与采样周期的关系; 3.能够根据控制系统的方框图,正确构建其对应的模拟电路; 4.掌握采样周期对采样系统稳定性的影响 效果要求:课程目标 1、4
模拟 PID 闭环温度控制系统的设计和实现	1.采用模拟 PID 调节器、PWM 发生环节、驱动电路、测温元件、转换电路等构成闭环温控系统,正确构建其模拟电路; 2.根据 PID 调节器的控制规律,适当调整 P、I、D 三个参数,即修改阻容值,以达到修改比例、积分、微分值的目 的,使系统获得较好的性能	2	1.知道 PID 调节器本质上是一种串联校正元件,通过修改其三个参数可以有效改善控制系统的性能; 2.掌握 PID 调节器的比例、积分、微分三个部分各自的作用; 3.掌握模拟 PID 调节器的设计和参数调整方法 效果要求:本课程目标 1、3

七、考核方式及成绩评定

1. 考核方式

本课程考核采用“平时成绩+期中考查+期末考试”的综合考核方式,具体如表 1 所示。

表 1 课程考核内容与权重

项目名称	期末考试/%	平时成绩(50%)					
		期中考查/%	作业/%	实验/%	课堂测试/%	专题讨论/%	考勤/%
权重	50	10	5	10	12.5	10	2.5

2. 考核内容与成绩评定

(1)期中考查:开卷笔试,考试时间 90 分钟,成绩采用百分制计分,主要考查学生对本课程前半程所学知识的掌握程度。

(2)期末考试:闭卷笔试,考试时间 120 分钟,成绩采用百分制计分,主要考核学生对本课程所学知识的整体掌握程度,包括基本分析计算能力和综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力;题型主要有填空题、选择题、绘图题、计算分析题等。

(3)随堂互动:要求学生积极参与,不得无故缺席;采用随机抽查方式,每缺勤一次扣 1

分,无故缺勤次数达上课次数三分之一者(参照学生手册),取消本门课程的考核资格。

表 2 随堂互动内容与分值

考核内容	比例/%	优(5分)	中(3分)	差(1分)
出勤率	10	按时全到课	有 1~2 次缺课,或偶有迟到	有 3~4 次缺课,或常有迟到
课堂活跃度	30	积极回答教师提问,积极与老师互动	较为积极地回答老师提问	较少与老师互动
答问正确性	30	正确	基本正确	有较大缺陷
叙述交流	30	叙述清楚,逻辑性较好,能很好地与老师、同学交流分享和回答问题	叙述清楚,逻辑性一般,能较好地与老师、同学交流分享和回答问题	叙述含糊,交流分享一般

(4)作业:本课程作业总评满分 5 分,依据表 3 的考核内容与评判规则计分。

表 3 考核内容与分值

考核内容	比例/%	优(5分)	中(3分)	差(1分)
完成进度	10	提前完成	按时完成	延时完成
概念掌握程度	30	80%以上的概念清晰	60%以上的概念清晰	40%以上的概念清晰
方案正确性	40	正确	基本正确	有较大缺陷
分析或结论有效性	20	分析合理、结论有效	分析较合理、结论基本有效	存在严重错误

(5)专题讨论:总评满分为 10 分。根据学生在小班讨论课上的表现,按下表的考核内容与完成质量评判规则计分;小班讨论课采用抽签的方式确定汇报小组顺序及小组汇报人。

专题讨论题目:

- ①海底隧道钻机控制系统时域性能综合分析;
- ②具有位置反馈的磁盘驱动读取系统时域性能综合分析;
- ③具有位置与速度反馈的磁盘驱动读取系统时域性能综合分析;
- ④自动焊接头控制系统根轨迹法设计与综合分析;
- ⑤小型飞机自动驾驶仪根轨迹法设计与综合分析;
- ⑥雕刻机控制系统频域性能综合分析;
- ⑦磁盘驱动读取系统频域性能综合分析;
- ⑧转子绕线机控制系统串联超前校正设计与综合分析;
- ⑨工作台运动控制系统数字控制器设计与综合分析。

考核内容	比例/%	优	良	中	差
文献查阅	10	阅读文献多，归纳全面正确（9～10分）	阅读文献多，归纳较全面正确（8～9分）	阅读文献较多，归纳基本正确（6～8分）	阅读文献不足，归纳不够全面正确（0～6分）
问题分析	20	问题分析深入，仿真或分析的方法与结论正确（18～20分）	问题分析较深入，仿真或分析的方法与结论正确（15～17分）	问题分析略简单，仿真或分析的方法与结论基本正确（11～15分）	问题分析简单，仿真或分析的方法与结论基本正确（0～11分）
PPT制作	15	PPT制作精美，表述内容层次分明，主题明确（14～15分）	PPT制作比较精美，表述内容层次分明，主题明确（13～14分）	PPT制作尚可，表述内容有一定层次，但主题零乱（9～13分）	PPT制作一般，表述内容欠清晰（0～9分）
团队协作	10	履行角色全部任务，无须任何提醒即可完成工作，能适当地提出和听取意见（9～10分）	几乎能履行角色全部任务，很少需要提醒，能倾听别人意见（8～9分）	履行角色很少任务，经常需要提醒完成工作，不能听取别人意见（6～8分）	不能履行角色任务，依靠提醒完成工作，不许他人讲话（0～6分）
叙述交流	20	叙述清楚、有逻辑性，能很好地与同学交流分享和回答问题（17～20分）	叙述清楚、逻辑性一般，能较好地与同学交流分享和回答问题（15～17分）	叙述清楚、逻辑性一般，能与同学简单交流分享（11～15分）	叙述含糊、交流分享一般（0～11分）
问题回答	25	回答问题完全正确，思路清晰（45～50分）	回答问题正确，思路清晰（40～45分）	回答问题基本正确，思路基本清晰（30～40分）	回答问题错误，需要提示完成问题（0～30分）

(6)实验：主要考核学生对知识的理解与运用能力，以及使用现代工具和科学的方法进行研究的能力。要求学生熟练使用数字信号处理仿真工具进行仿真，能设计仿真实验方案，记录、分析、解释数据，给出有效结论并撰写实验报告。总的实验成绩由6次实验成绩平均而得，按下表所设考核项目的完成质量程度与权重评判单次实验的得分。

考核内容	比例/%	优	良	中	差
实验工具的使用	20	能熟练地使用仿真工具开展实验并理解其局限性（18～20分）	能较熟练地使用仿真工具开展实验，了解其局限性（16～17分）	能使用仿真工具开展实验，了解其局限性（12～15分）	能在同学的帮助下使用仿真工具开展实验（0～11分）

续上表

考核内容	比例/%	优	良	中	差
实验方案设计	20	能利用所学理论知识,运用科学的方法,结合实验条件,设计切实可行的实验方案(18~20分)	能利用所学理论知识,运用科学的方法,结合实验条件,设计实验方案(16~17分)	掌握基本实验方法,能够按照给定的实验方案,搭建仿真实验系统,进行实验验证(12~15分)	掌握基本实验方法,能够在老师或同学的帮助下按照给定的实验方案,搭建仿真实验系统(0~11分)
数据采集、分析及解释	40	能正确采集仿真实验数据,运用图表准确记录仿真实验数据,数据详实,并能对数据进行分析,给出合理解释,提出自己的见解,得出有效结论(36~40分)	能正确采集仿真实验数据,运用图表记录仿真实验数据,数据详实,并能对数据进行分析,给出解释,得出结论(32~35分)	能采集仿真实验数据,运用图表记录仿真实验数据,能对数据进行简单分析,给出解释,得出结论(24~31分)	能采集仿真实验数据,运用图表记录部分仿真实验数据,能对数据进行简单分析,得出结论(0~23分)
实验报告	20	能根据实验指导书要求撰写实验报告。报告叙述清楚,逻辑性好,且结构完整,层次分明,图表规范,并提出独到见解(18~20分)	能根据实验指导书要求撰写实验报告。报告叙述清楚,结构完整,图表规范,有一定见解(16~17分)	能根据实验指导书要求撰写实验报告。报告叙述清楚,结构完整,图表较规范(12~15分)	能根据实验指导书要求撰写实验报告。报告叙述较清楚,结构完整,图表较规范(0~11分)

大纲主撰人：谭冠政，徐德刚，彭涛