

《高等传热学》课程教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）	高等传热学		
课程名称（英文）	Advanced Heat Transfer		
课程编号	S200301252A	课程学分	3
课程学时	54	开课学期	2

二、课程简介

《高等传热学》是供热供燃气通风及空调工程和动力工程及工程热物理等学科研究生的必修专业学位课。课程定位为理论素质提高、创新实践能力培养以及学术视野拓展的三位一体的专业基础课。全书共 13 章，包括导热、对流换热和辐射换热三部分，主要介绍了传热问题的基本原理、数学模型以及各种分析求解方法。

《高等传热学》注重物理概念与传热机理的有机结合，强调分析和解决实际传热问题的思路与方法。在内容的选择上力求与本科传热学教学内容有机衔接，并能反映传热学理论的最新研究成果。本课程不仅为相关学科专业课程提供必要的基础理论知识，而且也为学生及科研技术人员以后从事热能综合利用、热工设备与用能系统的设计和优化等方面的科研工作及解决工程应用问题打下必要的基础。

三、课程教学目的与要求：

《高等传热学》将在本科生传热学基础上，着重加强学生对传热学概念的深入理解，注意培养学生对实际工程传热问题分析推理的能力。课程目标如下：

课程目标 1：了解传热学发展的现状和趋势，掌握暖通及能源与动力工程等学科所涉及的传热基础理论。

课程目标 2：能定性判断并识别传热复杂工程问题的性质、种类及特征；掌握传热学的热工计算方法以及实验研究方法，能够创新性地提出自己的见解，及研究技术路线；能够利用信息化技术解决工程复杂传热问题。

课程目标 3：具备一定的系统思维及工程素养，具有环保和可持续发展意识、团队精神，以及应有的社会责任感与职业道德。

《高等传热学》的课程思政目标为：（1）培养的学生应具有严谨的科学态度与较强

的创新能力，能够对复杂热工问题准确判断识别、分析和解决；（2）具有可持续发展意识与团队精神，拥有精益求精的大国工匠精神以及强烈的社会责任感与职业道德。

四、课程思政策略与目标：

坚持培养学生“坚定理想信念、厚植爱国情怀、加强品德修养、培养奋斗精神”的课程思政理念。分析《高等传热学》课程内容的特点，深入挖掘课程思政元素、科技前沿和社会热点等思政教育资源，收集具有鲜明思政意义的工程案例，挖掘课程相关知识内容的思政内涵，融合课程内容与思政理念，设计课程思政内容与实施方法，创建《高等传热学》课程思政知识体系。

课程思政总目标可以概括为三个思维：大国工匠思维、创新实践思维和系统工程思维。具体培养目标为：

（1）培养的学生应具有可持续发展意识与团队精神，拥有精益求精的大国工匠精神以及强烈的社会责任感与职业道德；

（2）具有较强的创新实践能力，学术型硕士应具有工程科学创新，专业型硕士应具备工程应用创新能力；

（3）具有研究的科学态度，较强思辨能力，具有较强的系统工程思维。

知识内容与课程思政元素的有机融合

教学单元	教学主要内容	教学学时	课程思政元素
导热部分	第1章：导热理论	4	由傅里叶定律引申要学习科学家的严谨治学态度，以及用于攀登科研高峰的勇气
	第2章：稳定导热	4	分组讨论，培养学生的团队合作意识；通过导热分析优化设计提升学生节材节能，可持续发展的意识。
	第3章：非稳态导热	8	分组讨论，培养学生的团队合作意识；科学问题源于工业生产，要加强与企业交流，深入生产，发现问题，解决问题，并进一步凝练科学问题。
	第4章：导热数值解	4	通过编程锻炼学生的逻辑思维能力，增强学生科技强国的信心。
	第6章：热物性测试中的导热问题	4	介绍国内外最新测试技术，培养学生科技创新意识，了解国情，树立专业荣誉感与社会责任感；通过实验研究，培养学生良好的实验习惯与严谨客观的实验研究方法。

对流 换热	第 7 章：对流换热基本方程	4	介绍流体力学与对流换热发展史，学习科学家忘我的科研精神，帮助学生树立正确的科学态度，增强科研兴趣。
	第 8 章：层流边界层的流动与换热	4	通过对理论知识不断深入的探索，领悟和了解科学家精准把握和合理简化完美结合的科学问题的凝练方法，帮助同学们培养和提高科研素养。
	第 9 章：槽道内层流流动与换热	4	通过 Fluent 软件学习，提升学生的信息化编程能力；激发学生自主编程兴趣，增强科技创新意识。
	第 10 章：湍流流动与换热	4	对专业核心知识点和理论的发展历程进行梳理，总结其主要研究方法，可帮助学生形成正确的方法论和唯物史观。
	第 11 章：自然对流	4	介绍辐射领域科学家，学习科学家忘我的科研精神，增强科研兴趣；介绍全球温室效应，引导学生要有节能环保、可持续发展的意识。
辐射 部分	第 12 章：热辐射基础	2	介绍辐射领域科学家，学习科学家忘我的科研精神，增强科研兴趣；介绍全球温室效应，引导学生要有节能环保、可持续发展的意识。
	第 13 章 辐射换热计算	4	通过介绍中国超音速飞行器返回大气层的散热技术，增强学生的民族荣誉感与自信心。
综合 实践 环节	具体要求见（二） 综合实践环节	4	开展实践教学活活动，提高学生的团队协作能力、拓展创新思维和形成尊重科学、诚信科研的态度

五、课程教学模式及内容：

课程总学时为 54 学时，采用课堂教学模式。其中单纯的理论授课学时为 36 学时，课堂讨论及综合实践学时为 18 学时。

(一) 总体教学安排

教学单元	教学主要内容	教学学时	教学形式
导热部分	第1章：导热理论： 付立叶定律。导热微分方程的微分及积分形式。各向异性材料的导热微分方程。单值性条件的分析与确定。	4	课堂讲授3节+讨论1节
	第2章：稳定导热： 无内热源变物性平板、有内热源常物性平板、有内热源长圆柱的一维稳态导热；扩展表面准一维系统（细杆、各式肋）的导热；二维稳态导热。	4	课堂讲授3节+讨论1节
	第3章：非稳态导热： 热源函数法。坐标变换法。拉普拉斯变换法。分离变量法。	6	课堂讲授
	如何降低工业或工程管道内高温气体的测温误差？ （肋片导热问题的延伸） 地源热泵埋管换热器的传热模型的建立简化及求解（格林函数导热方法的应用）	2	课堂讨论
	第4章：导热数值解	2	课堂讲授
	求解冬季供暖初期第三类边界条件下的温度变化曲线	2	上机编程
	第6章：热物性测试中的导热问题	2	课堂讲授
	材料导热系数的测试	2	课堂讨论
对流换热	第7章：对流换热基本方程： 对流换热微分方程组（动量、能量、微分方程式）。	4	课堂讲授+讨论
	第8章：层流边界层的流动与换热：外掠平板的层流换热相似解。外掠楔形物体边界层层流换热相似解。外掠旋转对称曲面的边界层层流换热积分方程近似解。	4	课堂讲授3节+讨论1节
	第9章：槽道内层流流动与换热： 常热流、常壁温边界条件下管内充分发展段层流换热解。已知壁温时热进口流换热解。已知热流时热进口段层流换热解	3	课堂讲授
	对流换热微分方程组如何简化，边界条件如何界定？ 讨论用数值模拟软件分析流场与温度场的变化	1	讨论
	第10章：湍流流动与换热： 时均值方程。紊流边界层的结构和速度分布。紊流模	3	课堂讲授

	型。管内紊流换热。		
	湍流理论的发展过程及湍流流动的半经验理论与湍流模型	1	讨论
	第 11 章：自然对流：	4	课堂讲授 3 节 +讨论 1 节
辐射部分	第 12 章：热辐射基础 辐射换热物理基础，黑体辐射，非黑体辐射	2	课堂讲授 1 节 +讨论 1 节
	第 13 章 辐射换热计算： 固体表面的辐射特性。被透明介质隔开的漫灰表面间辐射换热计算。非均匀表面的辐射换热。通过吸收、透射介质的辐射网络图。镜面的辐射换热。	2	课堂讲授
	如何增强或削弱辐射换热，寒冷地区如何设计 Low-e 玻璃达到夏季隔热冬季保温的效果？	2	讨论
综合实践环节	具体要求见（二）综合实践环节	4	课程设计
自修环节	第 4 章、第 14-16 章为自学章节		
论文汇报	课程论文汇报（presentation）	4	课程论文汇报

（二）综合实践环节

1. 基本要求

组建项目组，每组学生不超过 4 人，课题研究内容应包括传热理论分析及实验研究。项目组应设组长一名，要分工明确，确保每人都参与研究。

针对专业型硕士和学术型硕士培养目标的差异：学术型硕士以学术研究为导向，偏重理论和研究，重点培养学生从事科学研究创新工作的能力和素质。而专业型硕士的突出特点是学术型与职业性紧密结合，以专业实践为导向，重视实践和应用，以实际应用为导向，以职业需求为目标，以综合素养和应用知识与能力的提高为核心，突出案例分析、实践研究、现场研究、模拟训练等方法。

专业型硕士可以针对如下具体工程设计、运行调节及评价体系的要求、结合具体的工程进行模拟、计算和评估；学术型硕士可以侧重于非稳态导热、对流换热、辐射换热

等方面的理论进行深度的分析和探究。

2. 综合实践可选方向（题目可以根据具体研究内容自定）：

- (1) 材料导热系数测定及热工性能分析
- (2) 倾斜圆管外表面空气自然对流换热系数及温度场测定实验
- (3) 地埋管换热器换热性能测试及模拟分析
- (4) 多孔介质内部流动与传热特性分析

3. 成果及答辩

- (1) 开学两周内提交分组名单及项目题目
- (2) 最后一周提交研究报告，并做 ppt 汇报。
- (3) 研究报告格式要求：

- 1) 题目（中英文）
- 2) 摘要（中英文）
- 3) 关键词（中英文）
- 4) 正文（应包含数学模型，可求解析解或数值解或实验数据，应对结果进行讨论）
- 5) 参考文献（不少于 10 篇）
- 6) 字数不少于 2000

五、考核方式

闭卷笔试 开卷笔试 课程小论文 调研报告 专题设计 口试

闭卷笔试占 50%，课程小论文占 30%，平时作业占 20%。

六、选用教材或参考书目

指定教材：“高等传热学（第二版）”，贾力、方肇洪编著。高等教育出版社，2008 年 5 月。该教材导热部分由我院方肇洪教授主编，编写过程充分考虑了与本学科特色与研究方向的有机结合。

辅助教材与参考文献：

1. 高等传热学（第二版），杨强生，浦保荣编著。上海交通大学出版社，2001 年 7 月。
2. 《Heat Transfer》作者：J. P. Holman, 出版社：McGraw-Hill Publishing Co.; 9th Revised edition.
3. 《工程传热传质学》，王补宣著，科学出版社，1998.
4. 《对流换热》，任泽霈编著，高教出版社，1998.

5. 《热传导理论》胡汉平编著，中国科学技术大学出版社，2010.
6. 《Advanced heat and mass transfer》作者： Amir Faghri, Yuwen Zhang, John Howell, 出版社： Global Digital Press, 2010.
7. International Journal of Heat and Mass Transfer 系列期刊文献阅读

编写人：崔萍、王远成、于明志

审核人：

分管院长：

热能工程学院

2020年11月