

《传热学》教学大纲

| | |
|--|---|
| 课程名称：传热学 | 课程类别（必修/选修）：必修 |
| 课程英文名称：HEAT TRANSFER | |
| 总学时/周学时/学分：64/4/4 | 其中实验/实践学时：8.0 |
| 先修课程：高等数学、工程热力学、流体力学 | |
| 后续课程支撑：热交换原理与技术，换热器课程设计 | |
| 授课时间：1-14 周（理论课时）：星期三（7-8 节）星期五（1-2 节）；15-16 周：传热学实验，上课时间会根据学生时间集中授课，安排在两个上午或者两个下午，或者一整天 | 授课地点：1-14 周（理论课时）：星期三 6C203，星期五 6C302 15-16 周（实验课时）：能源实验室 12L201-203 |
| 授课对象：2020 建筑环境与能源应用 1 班 | |
| 开课学院：化学工程与能源技术学院 | |
| 任课教师姓名/职称：张承宇/讲师 | |
| 答疑时间、地点与方式： 1.课堂： 每次上课的课前、课间和课后进行答疑； 2.课外： 可直接到 12L405 办公室进行答疑； 3.线上： 建立微信课程群，实施线上答疑。 | |
| 课程考核方式：开卷（ <input type="checkbox"/> ）闭卷（ <input checked="" type="checkbox"/> ）课程论文（ <input type="checkbox"/> ）其它（ <input type="checkbox"/> ） | |
| 使用教材： 1. 《传热学》，杨世铭、陶文铨编，高等教育出版社，2006，第 4 版。 | |
| 教学参考资料： 《传热学重点难点及典型题精解》，王秋旺编，西安交通大学出版社，2001，第 1 版 | |
| 课程简介： | |

传热学是研究热量传递规律及其应用的工程技术学科。是我校建筑环境与能源应用专业的一门必修的专业基础课程。本课程不仅为学生学习有关的工程技术课程提供基本的理论知识，而且也为学生以后从事热能的合理利用、热工设备效能的提高及换热器的设计和开发研究等方面的工作打下必要的基础。

课程教学目标及对毕业要求指标点的支撑：

| 课程教学目标 | 支撑毕业要求指标点 | 毕业要求 |
|---|---|---|
| 目标 1: 通过本课程的学习，使学生熟练掌握导热、对流和热辐射三种热量传递方式的物理概念、特点和基本规律，并能综合应用这些基础知识正确分析工程实际中的热量传递过程或现象。 | 1.1 掌握专业必需的用于解决暖通空调工程复杂问题的数学和自然科学的等基本概念、基本原理和基础知识。 1.2 掌握用于解决暖通空调工程复杂问题的工程基础知识。掌握专业必需的物理、化学、力学、计算机等自然科学知识并运用其对暖通空调领域中工程问题进行原理描述复杂工程问题。 | 1 工程知识：能够掌握数学、自然科学、工程基础和专业知识，并将其应用于解决暖通空调工程领域的复杂工程问题。 |
| 目标 2: 掌握计算各类热量传递过程的基本方法，掌握强化或削弱热量传递过程的方法，并能提出工程实际中切实可行的强化或削弱传热的措施。掌握计算工程传热问题的基本分析方法，并能熟练应用于传热分析与计算。 | 2.1 能运用相关科学原理，识别和判断暖通空调工程复杂问题的关键环节，并结合专业知识进行有效分解。 | 2 问题分析：能够运用数学、自然科学和暖通空调工程领域所涉及的基本原理和技术方法，进行暖通空调工程领域中复杂问题的识别、表达、文献研究及分析，并获得明确结论。 |
| 目标 3: 通过实验，掌握传热学的测量内容和实验分析方法。掌握导热、对流和辐射系数的实验测定原理，学会应用实验来解决导热、对流换热、热辐射等传热问题。具备合理分析 | 4.2 掌握科学研究基本方法，应用基础知识拟定暖通空调工程领域内复杂问题解决思路，制订实验方案、构建实验系统。 | 4 研究：能够运用实验设计、数据分析、信息综合等科学研究方法对暖通空调工程领域的复杂问题开展研究，并得到有效结论。 |

| | | |
|--|--|--|
| 实验结果和撰写实验报告的能力。 | | |
| 目标 4: 培养作为一个工程技术人员的项目管理、有效沟通协调与团队合作能力，学会分工协作，发掘、处理工程应用中与传热相关的复杂问题。 | 12.1 认识到自主学习和终身学习的重要性与必要性，掌握自主学习的方法，了解知识拓展和能力提高的途径 | 毕业要求 12：终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。 |

理论教学进程表

| 周次 | 教学主题 | 授课教师 | 学时数 | 教学内容（重点、难点、课程思政融入点） | 教学模式（线上/线下） | 教学方法 | 作业安排 | 支撑课程目标 |
|----|------------------|------|-----|---|-------------|-------------|--------------------|--------|
| 1 | 绪论 | 张承宇 | 2 | 重点： 热量传递的基本方式：导热、对流和热辐射。 难点： 传热学应用领域、研究内容和研究方法 | 线上教学 | 课堂讲授 + 小组讨论 | | 目标一 |
| 1 | 绪论、导热基本定律和导热微分方程 | 张承宇 | 2 | 重点： 传热过程和传热系数； 难点： 傅里叶定律和导热微分方程； | 线上教学 | 课堂讲授 | 2-4、2-13、2-18、2-32 | 目标一 |
| 2 | 典型一维稳态导热问题 | 张承宇 | 2 | 重点： 常见的三类边界条件。 难点： 不同条件下导热微分方程的形式 | 线上教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 2 | 导热微分方程应用 | 张承宇 | 2 | 重点： 肋片分析，具有内热源的一维导热问题 难点： 多维稳态导热求解 | 线上教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |

| | | | | | | | | |
|---|------------------|-----|---|---|------|------|-------------------------------------|------------|
| 3 | 非稳态热传导 | 张承宇 | 2 | 重点： 非稳态导热的类型与特点 难点： 掌握集总参数法的分析求解方法，了解其限制条件。 | 线上教学 | 课堂讲授 | 3-2、3-15、3-25 | 目标二 |
| 3 | 典型一维物体非稳态导热的分析解 | 张承宇 | 2 | 重点： 一维非稳态导热问题进行分析求解。 难点： 能列出一维非稳态导热问题的微分方程及定解条件。 | 线上教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 4 | 多维非稳态导热问题 | 张承宇 | 2 | 重点： 三种边界条件下半无限大物体温度场的分析解，无量纲温度场的乘积解法的应用 难点： 分析解所包含物理概念的理解 | 线上教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 4 | 对流换热原理 | 张承宇 | 2 | 重点： 掌握牛顿冷却公式，理解对流换热的影响因素； 难点： 对流传热问题的数学描写，流体能量方程推导 课程思政融入点： 介绍钱学森在流动传热领域的重要贡献及报效祖国的感人事迹，激发学生科研报国的理想情怀。 | 线上教学 | 课堂讲授 | 课程思政作业：观看纪录片《钱学森》，并撰写不少于 500 字的观后感。 | 目标一 目标二 |
| 5 | 对流传热理论分析方法 | 张承宇 | 2 | 重点： 流动边界层、热边界层物理概念理解 难点： 运动流体能量方程推导 | 线上教学 | 课堂讲授 | 5-1、5-10、5-19 | 目标一 目标二 |
| 5 | 边界层流对对流传热问题的数学描写 | 张承宇 | 2 | 重点： 理解描写常物性流体对流换热的微分方程组，了解其定解条件。 | 线上教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |

| | | | | | | | | |
|---|----------|-----|---|---|--------------|-----------|-------------------------|------------|
| | | | | 难点：着重理解流体层流流动时能量微分方程的边界层简化方法及这一简化的物理和数学意义。 | | | | |
| 6 | 期中考试/习题课 | 张承宇 | 2 | 第1章-第5章的内容 | 线上 | 随堂测试、课堂讲授 | | 目标一 目标二 |
| 6 | 相似原理 | 张承宇 | 2 | 重点： 重点理解相似原理与量纲分析 难点： 理解相似原理或量纲分析在指导对流换热实验中的作用，准则方程的导出。 | 线上教学 | 课堂讲授 | 6-10、6-21、 6-26、6-37 | 目标一 目标二 |
| 7 | 单相流体对流换热 | 张承宇 | 2 | 重点： 能正确和熟练地运用准则方程（实验关联式）计算圆管及非圆形通道内（层流和湍流）强制对流换热 难点： 掌握管内换热入口段与充分发展段的概念。 课程思政融入： 1、分享历届项目案例优秀案例；2、引导项目工程案例团队探寻生活或生产需解决的传热问题。 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 7 | 外部强制对流传热 | 张承宇 | 2 | 重点： 能正确和熟练地运用准则方程（实验关联式）计算外掠单管及管束强制对流换热。 难点： 各种典型对流换热过程的流动图象，并能从流动图象定性地判断局部表面传热 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标一 目标二 |

| | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|---|--|--------------|------|--|------------|
| | | | | 系数的变化。 | | | | |
| 8 | 自然对流传热及强化传热 | 张承宇 | 2 | 重点： 了解有限空间自然对流换热的概念，强化对流传热常用技术 难点： 强化传热机理 课程思政融入点： 新冠疫情下同学们都在家在线上课，居家烹饪成为常态。舌尖上的传热学讨论蒸、炖、烤、炒等烹饪方式的传热方法及传热效果，激发学生学习兴趣并观察生活中的传热现象用所学专业知知识去阐述传热原理。 | 线下 | 课堂讲授 | 课程思政作业：生活烹饪传染学，请结合生活日常从传热学角度阐述任 2 种烹饪过程中传热学原理。 | 目标一 目标二 |
| 8 | 凝结换热 | 张承宇 | 2 | 重点： 重点掌握凝结换热的基本特点、计算关联式的选择和使用。 难点： 了解强化凝结传热过程的基本思想和主要的实现技术。 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 9 | 沸腾换热 | 张承宇 | 2 | 重点： 重点掌握沸腾换热的基本特点、计算关联式的选择和使用。 难点： 掌握大容器饱和沸腾曲线上的核态沸腾区，临界点和过渡沸腾、稳定膜态沸腾区。 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 9 | 热管技术 | 张承宇 | 2 | 重点： 热管工作原理与特点 难点： 热管中各个传递环节的热阻分析 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 10 | 热辐射的基本概念与 | 张承宇 | 2 | 重点： 理解热辐射的本质、基本特征，掌 | 线上预习 | 课堂讲授 | | 目标一 |

| | | | | | | | | |
|----|--------------|-----|---|--|--------------|------|----------|------------|
| | 定律 | | | 握热辐射的基本定律。 难点： 影响实际物体表面辐射特性的因素。 重点掌握斯忒藩—玻耳兹曼定律。 课程思政点融入： 历届学生在传热学课堂挖掘大创、挑战杯、攀登计划等案例分析 | 线下教学 | | | 目标二 |
| 10 | 固体与液体的辐射特性 | 张承宇 | 2 | 重点： 理解物体定向辐射强度。 难点： 掌握总吸收比和发射率的确定方法 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标一 目标二 |
| 11 | 实际物体对辐射能的吸收 | 张承宇 | 2 | 重点： 掌握基尔霍夫定律、黑体辐射函数表的应用。 难点： 掌握漫射表面和灰体的概念。 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | | 目标一 目标二 |
| 11 | 辐射传热的角系数 | 张承宇 | 2 | 重点： 充分理解角系数的定义和性质（相对性、完整性和可加性）。 难点： 理解角系数的计算方法 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 12 | 两表面封闭系统的辐射传热 | 张承宇 | 2 | 重点： 熟练掌握两表面封闭系统的辐射换热问题分析和计算。 难点： 有效辐射概念的理解掌握 | 线上预习 线下教学 | 课堂讲授 | 9-6、9-10 | 目标二 |
| 12 | 多表面系统的辐射传热 | 张承宇 | 2 | 重点： 掌握多表面系统的辐射传热问题分析与计算。 难点： 一个表面的净辐射传热量计算。 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 13 | 气体辐射的特点及计算 | 张承宇 | 2 | 重点： 气体辐射不同于固体、液体辐射的特点 难点： 气体与黑体包壳间辐射传热的计算 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标二 |

| | | | | | | | | |
|----|-------------------|-----|----|--|----|------|--|-----|
| | | | | 方法 | | | | |
| 13 | 辐射传热的控制及综合传热问题分析 | 张承宇 | 2 | 重点: 掌握辐射换热的强化与削弱的途径。 难点: 实际传热问题的综合分析 课程思政融入点: 介绍城市热岛现象,讨论城市热岛的形成原因,思考从天空辐射角度,能做哪些贡献。引导学生对当下环境问题的关注,培养学生的人文情怀。 | 线下 | 课堂讲授 | 课程思政作业:为缓解城市热岛,请从传热学角度,给珠三角地区城市管理者提供不少于两条建议。 | 目标二 |
| 14 | 传热过程分析与换热器热计算 | 张承宇 | 2 | 重点: 理解传热系数的组成,能应用热阻的概念分析综合性的热量传递过程。 难点: 要求学会用平均温差法进行换热器的热计算。 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 14 | 换热器的热计算、热量传递过程的控制 | 张承宇 | 2 | 重点: 间壁式换热器的热设计;掌握强化与削弱传热的原则和手段。 难点: 掌握效能-传热单元数的热计算方法;能对传热问题进行综合分析。 | 线下 | 课堂讲授 | | 目标二 |
| 合计 | | | 56 | | | | | |

备注: 优学院平台课程链接 <https://courseweb.ulearning.cn/ulearning/index.html#/course/announcement?courseId=96964>

实践教学进程表

| 周次 | 实验项目名称 | 授课教师 | 学时 | 教学内容(重点、难点、课程思政融入点) | 项目类型(验证/综合/设计) | 教学方式 | 支撑课程目标 |
|----|--------|------|----|---------------------|----------------|------|--------|
|----|--------|------|----|---------------------|----------------|------|--------|

| | | | | | | | |
|----|------------|-----|---|--|----|----|-----|
| 15 | 导热系数测定 | 张承宇 | 2 | 重点： 导热系数的测定原理 难点： 利用导热系数测定仪进行物质的导热系数测定。 | 综合 | 实验 | 目标三 |
| 15 | 强迫对流系数测定 | 张承宇 | 2 | 重点： 强迫对流系数测定原理。 难点： 实验数据的回归处理 | 综合 | 实验 | 目标三 |
| 16 | 热管换热器的性能测定 | 张承宇 | 2 | 重点： 热管换热器性能表征参数。 难点： 热管性能实验台的操作 | 综合 | 实验 | 目标三 |
| 16 | 辐射系数测定 | 张承宇 | 2 | 重点： 辐射系数测定原理。 难点： 利用中温法向辐射率测量仪测定辐射系数 | 综合 | 实验 | 目标三 |
| 合计 | | | 8 | | | | |

课程考核

| 课程目标 | 支撑毕业要求指标点 | 评价依据及成绩比例（%） | | | | 权重（%） |
|------|-----------|--------------|------|------|--------|-------|
| | | 平时作业 | 实验考核 | 期末考试 | 线上学习情况 | |
| 目标一 | 1-1, 1-2 | 5 | 0 | 20 | 0 | 25 |
| 目标二 | 2-1 | 5 | 0 | 50 | 0 | 55 |
| 目标三 | 4-2 | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| 目标四 | 12-1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 |

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|-----|
| 总计 | 10 | 10 | 70 | 10 | 100 |
|----|----|----|----|----|-----|

备注：1) 根据《东莞理工学院考试管理规定》第十二条规定：旷课3次（或6课时）学生不得参加该课程的期终考核。2) 各项考核标准见附件所示。

| |
|--|
| <p>大纲编写时间：2022 年 2 月 20 日</p> <p>系（部）审查意见：</p> <p>我系（专业）课程委员会已对本课程教学大纲进行了审查，同意执行。</p> <p style="text-align: right;">系（部）主任签名：郭晓娟</p> <p style="text-align: right;">日期：2022 年 02 月 25 日</p> |
|--|

附录：各类考核评分标准表

平时作业评分标准

| 观测点 | 评分标准 | | | |
|------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | <i>A (100)</i> | <i>B (85)</i> | <i>C (70)</i> | <i>D (0)</i> |
| 基本概念掌握程度 | 概念清楚，答题正确。 | 概念比较清楚，作业比较认真，答题比较正确。 | 概念基本清楚，答题基本正确。 | 概念不太清楚，答题错误较多。 |
| 解决问题的方案正确性 | 解题思路清晰，计算正确 | 概念比较清楚，作业比较认真，答题比较正确。 | 概念基本清楚，答题基本正确。 | 概念不太清楚，答题错误较多。 |
| 作业完成态度 | 按时完成，书写工整、清晰，符号、单位等按规范要求执行 | 按时完成，书写清晰，主要符号、单位按照规范执行 | 按时完成，书写较为一般，部分符号、单位按照规范执行 | 未交作业或后期补交，不能辨识，符号、单位等不按照规范执行 |

实验考核评分标准

| 观测点 | 评分标准 | | | |
|------|---------------------|------------------|------------------|---------------------|
| | <i>A (100)</i> | <i>B (85)</i> | <i>C (70)</i> | <i>D (0)</i> |
| 预习报告 | 按时完成，内容完整、正确，字迹清晰工整 | 按时完成，内容基本完整，书写清晰 | 延时完成，内容基本完整，能够辨识 | 未提交或后期补交，内容不完整，不能辨识 |
| 实验操作 | 操作规范，步骤合理清晰，在 | 能按要求较完整完成操作，实验 | 基本能按要求进行操作，实 | 操作不规范，实验步骤不 |

| | | | | |
|------|---|--|---|--|
| | 规定的时间完成实验 | 过程安排较为合理，在规定时间内完成实验 | 验部分步骤安排不合理，完成实验时间稍为滞后 | 合理，未在规定的时间内完成实验 |
| 总结报告 | 按时完成，内容全面，字迹清晰、工整，数据记录、处理、计算、作图正确，对实验结果分析合理 | 按时完成，内容基本完整，能够辨识，数据记录、处理、计算、作图基本正确，对实验结果分析基本合理 | 按时完成，内容部分欠缺，但能够辨识，数据记录、处理、计算、作图出现部分错误，对实验结果分析出现部分错误 | 未提交或后期补交，内容不完整，不能辨识，数据记录、处理、计算、作图出现大部分错误，未对实验结果进行分析或分析基本全部错误 |

线上学习情况（自行设计）

| 观测点 | 评分标准 | | | |
|------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | <i>A(100)</i> | <i>B(85)</i> | <i>C(70)</i> | <i>D(0)</i> |
| 网络课堂活跃度 | 完成在线视频观看率 100%。 | 完成在线视频观看率 85%-100%。 | 完成在线视频观看率 70%-85%。 | 完成在线视频观看率 60% 以下。 |
| 在线课堂测验完成情况 | 按时完成所有视频课后作业，答题准确 80%。 | 按时完成所有视频课后作业 85%-100%，答题准确 70%。 | 按时完成所有视频课后作业 60%-85%，答题准确 60%。 | 按时完成所有视频课后作业 60% 以下 |
| 线上学习态度 | 课前预习，课后复习，认真按时完成线上教学视频学习，态度端正。 | 课前预习，课后复习，较为认真地完成线上教学视频学习，态度较端正。 | 延时完成，基本完成线上教学视频学习，态度基本端正。 | 不能够按时完成线上教学视频学习。 |