# 《传输原理》课程教学大纲

（2021版）

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | 传输原理 | Principle of Transmission | | | |
| **课程编号** | 210118307 | **课程负责人** | | 宗然 | |
| **课程性质** | 专业基础课 | **适用学生** | 材料成型及控制工程-2019级 | | |
| **总 学 时** | 32学时 | **理论学时** | 32学时 | **实验学时** | 4学时 |
| **学 分** | 2学分 | **开课学期** | 第4学期 | | |
| **先修课程** | 高等数学、大学物理等 | | | | |
| **后续课程** | 铸造成形原理、增材制造与材料连接原理、金属塑性成形原理等 | | | | |

**二、课程性质和课程目标**

**1. 课程性质**

本课程内容由动量传输、热量传输、质量传输三部分组成，阐述了流体流动过程、传热过程以及传质过程的传输基础理论，并力求将这些基础理论应用于冶金与材料制备及加工工程实践中，可作为机械、材料类专业的专业基础课。通过对动量传输、热量传输和质量传输的讲解，了解质-热-力传输在材料科学与工程中的应用，掌握质-热-力传输对材料制备和加工过程的影响，学会利用传输原理解释材料制备与加工中的质-热-力传输现象，为学习后续课程及从事本专业的工程技术工作和科学研究打下基础。

**价值引领：**以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，按照知识传授、能力提升与价值塑造的总体要求，将课程思政贯穿教学全过程，从课程所涉专业、行业、国家、国际、文化、历史等角度，通过大国工匠、大国重器、名人轶事、事故案例、学科前沿等思政素材，深入挖掘课程知识体系中所蕴含的思想价值和精神内涵，科学合理拓展课程的深度、广度和温度，培养学生精益求精的工匠精神，强化学生的工程伦理意识，激发学生科技报国的家国情怀与使命担当。

**2. 课程目标**

**课程目标1：**掌握材料成型工艺过程中的动量传输、热量传输和质量传输的基础知识和基本原理，能够利用传输原理对材料制备与加工中的质-热-力传输问题进行推演和分析，并培养学生的国家认同感和民族自豪感。

**课程目标2：**能够对材料成型过程中的动量、热量和质量传输过程进行恰当的描述，建立反映材料成型过程主要特征的热力学模型，并能在建立模型的过程中体现创新意识。

**课程目标3：**能够运用传输原理对材料成型过程中的热力学工程问题进行分析、简化、抽象和描述，理解热力学、流体动力学等仿真软件的计算机理和预测的局限性，并有质疑、创新的能力，具备工匠精神。

**三、课程目标与毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 课程目标 | 毕业要求 | 毕业要求内涵观测点 |
| 课程目标1 | 1：工程知识 | 1-3：能够将数学、自然科学、工程科学、材料科学的知识和模型用于材料成型及控制领域复杂工程问题的推演和分析。 |
| 课程目标2 | 2：问题分析 | 2-2：能够运用自然科学、工程科学、材料科学的原理和数学模型表达金属材料成形、改性等复杂工程问题。 |
| 课程目标3 | 5：使用现代工具 | 5-3：能够针对机械工程零部件工艺、质量及性能需求，开发或选用合适的现代工具，模拟和预测材料成型及控制领域相关问题，并能够分析其局限性。 |

**四、课程目标与教学内容、方法及学习成果的对应关系**

**1. 课程目标与教学内容的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 课程目标 | 教学内容 | 教学方法 |
| 1：掌握材料成型工艺过程中的动量传输、热量传输和质量传输的基础知识和基本原理，能够利用传输原理对材料制备与加工中的质-热-力传输问题进行推演和分析，并培养学生的国家认同感和民族自豪感。 | 1.传输过程的基本概念，产生传输现象的驱动力；传输过程的三个基本定律；三种传输现象的普遍规律；  2.流体的主要物理性质：包括流体的密度、重度、粘性、比容和比重、流体的压缩性与膨胀性；层流动量传输的基本规律；  3.热量传输的基本概念，包括温度场、等温面与等温线、温度梯度、热流量与热流密度；一维稳态导热热量传输的基本方式与规律；  4.质量传输的基本概念，包括浓度、速度、传质通量；扩散传质的基本方式与规律；  4. 介绍中国古代劳动人命在金属材料热加工领域的杰出成果，以及其中蕴含的传输现象，培养学生的国家认同感和民族自豪感。 | 1.课堂讲授  2.案例分析  3.推理演绎  4.问题导向 |
| 2：能够对材料成型过程中的动量、热量和质量传输过程进行恰当的描述，建立反映材料成型过程主要特征的热力学模型，并能在建立模型的过程中体现创新意识。 | 1.流体静力学中作用在流体上的力，包括质量力与表面力、流体静压力，流体静力学特性，静力学分析及计算；层流和湍流的特点及判断标准，一维层流计算；  2.导热微分方程，非稳态导热；对流换热的基本形式，对流换热的微分方程；热辐射的本质、特点、热辐射的基本概念、定律，灰体的的概念、辐射率的工程处理；  3.传质微分方程，一维稳态扩散方程的不同形式、定解条件；  4.学习贝努利试验、雷诺实现和尼古拉兹实验，引导学生通过实验现象看本质，培养总结归纳事物发展规律的能力，敢于实践、创新。 | 1.课堂讲授  2.小组研讨/报告  3.翻转课堂  4.任务驱动  5.思维导图归纳总结 |
| 3：能够运用传输原理对材料成型过程中的热力学工程问题进行分析、简化、抽象和描述，理解热力学、流体动力学等仿真软件的计算机理和预测的局限性，并有质疑、创新的能力，具备工匠精神。 | 1.流体动力学：连续性方程，动量微分方程，实际流体的动量微分方程（纳维尔-斯托克斯方程），伯努利方程及其应用；  2. 相似原理及其在热量传输中的应用，常见的对流换热形式及典型问题分析计算，两物体间的辐射热交换计算；  3.扩散传质，包括等摩尔逆向扩散、单向扩散，非稳定扩散，扩散的原子理论及机制；  4.介绍先进金属材料、先进热处理技术、非晶材料制备技术和增材制造技术，培养学生技术报国、科技报国的情怀，对待技术、工艺或产品要做到精益求精、一丝不苟的工匠精神。 | 1.课堂讲授  2.线上学习  3.PPT展示  4.思维导图归纳总结 |

**2. 学习内容、学习成果及学时安排**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识  模块 | 学习内容 | 课程思政  融入点 | 学习成果 | 参考  课时 | 教学方法建议 | 对应课程目标 |
| 1 | 绪论 | 1.传输过程的基本概念，产生传输现象的驱动力；  2.传输过程的三个基本定律；  3.三种传输现象的普遍规律。 | 介绍中国古代劳动人命在金属材料热加工领域的杰出成果，以及其中蕴含的传输现象，培养学生的国家认同感和民族自豪感。 | 1.掌握传输过程的基本概念，明确产生传输现象的驱动力；  2.理解传输过程的三个基本定律；  3.能够对比分析三种传输现象，并理解其中的普遍规律。  4. 理解传输原理在材料发展历史中的作用，了解传输原理对国家、社会、个人的重要性。 | 2 | 1.课堂讲授  2.线上学习 | 课程  目标1 |
| 2 | 动量传输 | 1.流体的主要物理性质，包括流体的密度、重度、粘性、比容和比重、流体的压缩性与膨胀性；  2.流体静力学中作用在流体上的力，包括质量力与表面力、流体静压力，流体静力学特性，静力学计算；  3.流体动力学中的基本概念，连续性方程，动量微分方程，实际流体的动量微分方程（纳维尔—斯托克斯方程），伯努利方程及其应用。 | 介绍杨振宁在“千禧年大奖难题”中的杨-米尔斯存在性和质量缺口中做出的贡献，让学生对标榜样，实现自我激励，以此激发学生热爱祖国、为国争光的坚定信念。 | 1.掌握流体的主要物理性质及其影响因素；  2.能够分析静止流体的受力状态，并掌握平面壁和曲面壁的静力学分析和计算；  3.掌握连续性方程，动量微分方程的推导，能够使用纳维尔—斯托克斯方程和伯努利方程进行分析和计算。  4.认识到计算流体力学在解决实际工程问题时的局限性，培养勇于攀登、敢于超越的进取意识； | 10 | 1.课堂讲授  2.案例分析  3.推理演绎  4.问题导向 | 课程  目标  1，2，3 |
| 3 | 热量传输 | 1.基本概念，包括温度场、等温面与等温线、温度梯度、热流量与热流密度；热量传输的基本方式与规律；  2.导热微分方程，一维稳态导热，非稳态导热；  3.对流换热的基本形式，对流换热的微分方程，相似原理及其在热量传输中的应用；  4.热辐射的本质、特点、热辐射的基本概念、定律，灰体的的概念、辐射率的工程处理、两物体间的辐射热交换。 | 在学习热量传输的过程中，图片展示并讲解我国先进热处理技术、非晶材料制备技术和增材制造技术，培养学生树立正确的人生观、价值观、世界观，在潜移默化中培育社会主义核心价值观。 | 1.掌握温度场、等温面与等温线、温度梯度、热流量与热流密度等基本概念；熟悉热量传输的基本方式与规律；  2.能够推导导热微分方程，分析并计算一维稳态导热问题；  3.熟悉对流换热的基本形式，能够推导对流换热的微分方程，了解相似原理及其在热量传输中的应用；  4.理解热辐射的本质、特点，掌握热辐射的基本概念、定律，能够分析和计算两物体间的辐射热交换。  5.了解我国先进热处理技术、非晶材料制备技术和增材制造技术，培育技术报国、科技报国的情怀。 | 10 | 1.课堂讲授  2.小组研讨/报告  3.翻转课堂  4.任务驱动  5.思维导图归纳总结 | 课程  目标  1，2，3 |
| 4 | 质量传输 | 1.质量传输的基本方式，包括扩散传质、对流传质、相间传质；基本概念，包括浓度、速度、传质通量；  2.传质微分方程，包括方程的得出、方程的不同形式、定解条件；  3.扩散传质，包括一维稳态扩散、等摩尔逆向扩散、单向扩散，非稳定扩散，扩散的原子理论及机制。 | 在学习质量传输的过程中，介绍材料表面热处理强化工艺、金属材料的合金化原理和气孔的产生于危害，以此引导学生要把公众的安全、健康和福祉摆在职业责任中最优先的位置；要将工程质量放在工作首位，对待技术、工艺或产品要做到精益求精、一丝不苟、不断探索、勇于创新。 | 1.掌握质量传输的基本方式和基本概念；  2.能够推导传质微分方程，并在不同的情况下进行化简；  3.掌握一维稳态扩散、等摩尔逆向扩散的理论及机制，并能够对相关问题进行分析和计算。  5.了解材料表面热处理强化工艺、金属材料的合金化原理和气孔的产生于危害，培育工匠精神。 | 6 | 1.课堂讲授  2.线上学习  3.PPT展示  4.思维导图归纳总结 | 课程  目标,1，2，3 |
| 5 | 实验 | 1.雷诺实验  2.贝努利试验 | 在学习贝努利试验、雷诺实现和尼古拉兹实验过程中引导学生通过实验现象看本质，要善于总结归纳事物的发展规律，引导学生保持学以致用、求真务实的学习态度；培养严谨、细致的职业素养；勇于质疑，具有批判性思维；敢于实践、创新，培育精益求精的工匠精神。 | 1.熟悉雷诺实验和贝努利实验装置和测试仪器使用方法；  2.对流体流动的相关参数进行测量，并分析系统参数变化对流体流动状态的影响。  3. 分析数据，得出有效结果，提高总结归纳事物的发展规律的能力，养成求真务实的学习态度。 | 4 | 1.讨论教学法  2.理论仿真教学法 | 课程目标3 |

**五、教学方法和学习建议**

**1. 教学方法建议**

根据本课程的特点，确立学生中心、产出导向、持续改进的教育理念，按照模块化教学思想，有针对性的应用板书教学、多媒体教学、视频教学、网络教学、工程实例、实验教学、软件仿真等手段优化教学过程，激发学生的热情，以小组讨论与问题启发方式发挥学生的主体作用，真正做到“授人以鱼，更要教人以渔”。采用形式多样的课程教学方式，包括：

(1)传统教学与多媒体教学结合法：板书和多媒体教学相结合，采用动画、实物演示等，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(2)案例教学法：对于每一知识模块，通过分析和研究已有的案例组织教学，使学生在分析和学习案例的过程中，提高理论联系实际的能力，了解理论知识的工程应用。

(3)任务驱动教学法：在每一知识模块开始学习之前，先讲述该模块要解决的问题，并据此给学生布置任务，使学生带着任务去学习。

(4)讨论教学法：学生以小组为单位，根据教师提出的问题或提供的教学资料，在教师的组织和引导下，积极参与课堂讨论，从而实现教与学的互动；增强学生思维的灵活性，提高学生交流、沟通的能力。

(5)翻转课堂教学法：建立课前学习、课中活动、课后巩固之间的联系，以培养学生分析问题和解决问题的能力，敢于表达自己的主张，形成探究学习的习惯。

(6)问题导向教学法：引导学生学着问，学会问，用问题驱动教学，激发学生的学习热情、调动思维活力、加强讨论交流、引导探究活动，增加自主学习，促进学以致用和创新活动。

(7)理论仿真教学法：在课堂教学和实验中充分而灵活地应用仿真软件，软硬结合，确立实际操作与计算机仿真相结合的教学模式和实践方式，以帮助学生较快地理解和掌握那些用传统的教学手段难以表现的内容，培养学生的创新能力。

**2.学生学习建议**

(1)重点学习传输原理的基本概念、基本公式和分析方法，注意工程问题简化分析的条件与处理方法。

(2)熟练掌握质、热、力传递微分方程的推导过程，积分条件和定结条件，通过类比分析，理解三种传输现象内在的本质规律，将传输方程融会贯通，用于其他物理量的分析和求解。

(3)要重视实验，通过验证、设计和综合实验，在实验中将知识由抽象变形象、由难懂变易懂，提高自己综合运用知识的能力。

(4)注意课前自主学习，注意网络平台发布的自主学习任务单和学习指导，通过查阅文献、研读教材，观看老师的微视频等资源，进行自主学习。

(5) 认真对待课中听课和研课。听课专心，尽快进入学习状态，听老师讲解、提问，听同学发言；看课本、看板书、看PPT；做笔记、圈重点、做练习；多动脑筋、积极思维、大胆质疑。研课要积极参与课堂内的全部学习活动，比如小组讨论，能清楚地阐述自己的观点，能被他人正确理解，同时学会倾听，准确理解他人的观点，为别人解答，为自己释疑。要大胆质疑，敢于在众人面前发表自己的见解，善于多角度验证答案。

(6)加强课后的复习，加强新旧知识之间的联系和对比，及时复习巩固，按时完成在线测试、虚拟实验、作业、小论文等。

(7)积极参与小组协作探究学习，根据教师在网络平台上发布的小组协作探究项目，小组成员既要积极承担个人责任，又要相互帮助、相互启发、密切配合，发挥团队精神，有效完成小组的探究项目。

**六、考核方式与对应的课程目标及成绩评定标准**

**1．课程目标与考核方式的对应关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 支撑占比（课程目标） | 过程性考核 | | 实验考核 | 期末考核 |
| 小组项目作业 | 专题报告 |
| 课程目标1 | 40% | 15 | 55 |  | 32 |
| 课程目标2 | 30% | 15 | 15 | 100 | 18 |
| 课程目标3 | 30% |  |  |  | 50 |
| 单项满分 | | 100 | | 100 | 100 |
| 合计比例 | 100% | 30% | | 10% | 60% |

**说明：**实际考核（课程目标）的支撑占比允许±10%的浮动。

**2．课程目标、考核内容与评价依据的对应关系**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序**  **号** | **课程目标** | **考核内容** | **评价依据** |
| 课程目标1 | 掌握材料成型工艺过程中的动量传输、热量传输和质量传输的基础知识和基本原理，能够利用传输原理对材料制备与加工中的质-热-力传输问题进行推演和分析，并培养学生的国家认同感和民族自豪感。 | 1.层流、热传导、一维稳态扩散传输现象的普遍规律；  2.流体的主要物理性质，层流、热传导、一维稳态扩散过程涉及到的基本概念；  3.材料成型及控制工程中层流、热传导、一维稳态扩散过程基本概念及基本规律；  4.层流、热传导、一维稳态扩散传输现象的影响因素（粘度、温度、辐射系数等）及基本规律；  5.结合对传输原理发展的认识，撰写我国在金属材料热加工领域的杰出成果专题报告； | 1. 小组项目作业；  2.专题报告；  3.期末考试； |
| 课程目标2 | 能够对材料成型过程中的动量、热量和质量传输过程进行恰当的描述，建立反映材料成型过程主要特征的热力学模型，并能在建模过程中体现创新意识。 | 1.流体静力学受力分析，一维稳态热传导分析；  2.推导传质微分方程，理解质-热-力传递的区别和统一性。  3.流体动力学分析及计算、热传导分析及计算；  4. 结合传输原理在材料加工中的应用，撰写我国在材料热加工领域的先进工艺及技术专题报告； | 1. 小组项目作业；  2.专题报告；  3.实验报告  4.期末考试； |
| 课程目标3 | 能够运用传输原理对材料成型过程中的热力学工程问题进行分析、简化、抽象和描述，理解热力学、流体动力学等仿真软件的计算机理和预测的局限性，并有质疑、创新的能力，具备工匠精神。 | 1.流体静力学问题的抽象、简化和分析计算；  2.流体动力学问题的抽象、简化、受力和运动分析；  3.换热形式及典型问题分析计算，两物体间的辐射热交换计算； | 1.期末考试； |

**3．考核项目的评分标准**

(1) 过程性考核

过程性考核项成绩满分为100分，其中小组项目作业不少于2次，占比30%，专题报告不少于2次，占比70%。

➀小组项目作业

每次小组项目作业按100分制单独评分，再折合成相应分数作为此环节的最终成绩。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 小组项目作业评分标准 | | | 得分 |
| 问题简化及假设合理，严格按要求并及时完成；书写清晰整齐，逻辑性强，数据准确率90%以上，没有抄袭情况。 | | | 90-100分 |
| 问题简化及假设合理，按要求并及时完成；书写清晰整齐，逻辑性较好，数据准确率80%以上，没有抄袭情况。 | | | 80-89分 |
| 问题简化及假设基本合理，书写较清晰整齐，数据准确率70%以上，态度端正。 | | | 70-79分 |
| 问题简化及假设基本合理，书写基本达到要求，数据准确率60%以上，态度基本端正。 | | | 60-69分 |
| 问题简化及假设不合理，书写没有达到要求，数据准确率60%以下，态度不端正。 | | | 0-59分 |
| 课程目标对应的小组项目作业及占比 | 课程目标1 | 小组项目作业1：占比15%，自学并推导广义牛顿内摩擦定律； | |
| 课程目标2 | 小组项目作业2：占比15%，自学并推导圆柱坐标系下的导热微分方程； | |

➁专题报告

每次专题报告按100分制单独评分，再折合成相应分数作为此环节的最终成绩。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 专题报告评分标准 | | | 得分 |
| 按时提交专题报告，书写清晰，格式规范，内容完整，论据充分，字数符合要求，具有一定的创新性或独立见解。 | | | 90-100分 |
| 按时提交专题报告，书写清晰，格式规范，内容较完整，论据较充分，字数符合要求。 | | | 80-89分 |
| 按时提交专题报告，书写较清晰，格式较规范，内容基本完整，字数符合要求。 | | | 70-79分 |
| 按时提交专题报告，书写基本清晰，格式一般，内容基本完整，字数基本符合要求。 | | | 60-69分 |
| 超期提交专题报告，书写、格式、内容、字数均不符合要求。 | | | 0-59分 |
| 课程目标对应的专题报告及占比 | 课程目标1 | 专题报告1：占比55%，结合对传输原理发展的认识，撰写我国在金属材料热加工领域的杰出成果专题报告； | |
| 课程目标2 | 专题报告2：占比15%，结合传输原理在材料加工中的应用，撰写我国在材料热加工领域的先进工艺及技术专题报告； | |

(2) 实验

实验考核项成绩满分为100分。实验次数两次，每次实验按100分制单独评分，再折合成相应分数作为此环节的最终成绩。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验操作（60%） | | | 实验报告（40%分） | 得分 |
| 遵守纪律、认真独立完成实验；准确读取数据和观察实验现象，能整理分析实验数据，能分析、寻找和排除实验电路中故障的方法，并能写出整洁、清楚、完整的实验报告。 | | | 报告内容完整，正确率90％以上；书写端正并保留完整清晰的计算过程，没有抄袭；对实验过程中存在的问题有详细透彻的分析。 | 90-100分 |
| 遵守纪律、认真独立完成实验；测量数据准确，能整理分析实验数据，并能写出整洁、清楚、完整的实验报告。 | | | 报告内容完整，正确率80%以上；书写端正并保留完整清晰的计算过程，没有抄袭。 | 80-89分 |
| 按要求完成实验；原始数据完整准确，且书写端正。 | | | 报告内容基本完整，正确率70％以上，且书写端正。 | 70-79分 |
| 按要求完成实验；原始数据完整。 | | | 报告内容不够完整，指导教师指出后补充完整，正确率60％以上。 | 60-69分 |
| 未能按要求完成实验；原始数据不完整。 | | | 报告内容不完整，指导教师指出后补充仍不完整。 | 0-59分 |
| 课程目标对应的实验及占比 | 课程目标3 | 实验1：占比50%，熟悉雷诺实验装置和测试仪器使用方法，对流体流动的相关参数进行测量，并分析系统参数变化对流体流动状态的影响； | | |
| 实验2：占比50%，熟悉贝努力实验装置和测试仪器使用方法，对流体流动的相关参数进行测量，并分析系统参数变化对流体流动状态的影响； | | |

（3）期终考试

期末考试成绩满分为100分。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 考核内容要求 | | 考核内容应全面考查学生对本课程基本概念、基本原理等知识的理解和掌握程度，还要考核学生灵活运用所学知识对各种运动控制系统进行分析、设计的能力。 |
| 考试形式 | | 采用笔试（闭卷）形式，卷面成绩100分，卷面成绩乘以其所占比例计入总成绩。 |
| 命题及批改 | | 由课程负责人按教考分离原则负责命题，试卷采用流水作业、统一批改。 |
| 试卷结构 | | 试卷结构应为40%的基础题、40%的综合题、20%的提高题。难易程度应适中，并体现出课程的重点和难点。 |
| 课程目标对应的试题占比及题型 | 课程目标1 | 试题占30%左右，题型以填空题、判断题、简答题为主。 |
| 课程目标2 | 试题占20%左右，题型以简答题、计算题为主。 |
| 课程目标3 | 试题占50%左右，题型以论述题、计算题为主。 |

**七、教材及主要参考资料**

**1. 选用教材**：

[1]. 吉泽生等主编. 《传输原理》（第二版）. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2005.

**2. 参考教材：**

[2]. 吴树森等主编. 《材料加工冶金传输原理》. 北京：机械工业出版社, 2001.

[3]. 吴铿主编.《冶金传输原理 》第二版. 冶金工业出版社, 2016

**八、说明**

在该课程实际教学过程中，如有与该大纲有关要求不一致的地方，由课程负责人（或课程组）提出修改意见，经系主任、分管院长签字后可以修改并执行。

执笔人：宗然 审核人：王洪涛