

# 基于“确定-不确定性”理念的 《城市气候》课程教学改革与实践

环境科学与工程系 余兆武

## · 项目的背景

### · 课程背景及重要性

《城市气候》作为环境科学与工程专业的一门核心选修课，涉及气候变化、城市生态、规划设计、遥感技术、虚拟仿真及人工智能技术等领域，是一门典型的文理工交叉新工科课程。该课程致力于培养具备跨学科思维和实践创新能力的本科生，以应对全球气候变化、碳中和以及城市化带来的环境与气候挑战。

本课程依托国家级环境科学虚拟仿真实验教学中心建设，融合前沿技术手段，将理论学习与实践应用紧密结合，帮助学生从“知识学习者”转变为“问题解决者”，具备应对城市气候复杂问题的能力。此外，本课程也是对高校新工科背景下时代教育创新的积极回应，符合国家对于交叉学科人才培养的战略需求。

### · 教学改革的必要性

在当前教学实践中，主要存在以下问题与挑战：

- 课程内容碎片化，逻辑不清晰：

城市气候学科内容广泛，涉及多领域知识体系，现有教学资源缺乏系统化框架，导致学生难以快速掌握核心知识与前沿动态。

#### · 技术手段未充分发挥作用：

随着人工智能、虚拟仿真等技术的发展，传统的讲授模式已难以激发学生的学习兴趣与思维深度。学生在技术应用方面的能力提升不足，难以满足新工科发展需求。

#### · 不确定性知识的理解与实践困难：

城市气候学科中存在大量不确定性问题，如城市热岛效应的时空变化、人类活动对气候的影响等。如何让学生在理论与实践探索不确定性问题，是教学的一大难点。

#### · 学生缺乏系统思维与批判性思考能力：

部分学生习惯被动接受知识，轻视自主探索与批判性思维的培养，难以形成解决复杂问题所需的系统化思维模式。

因此，本次教学改革以“确定-不确定性”知识的平衡教学为核心，通过技术引领、实践驱动和思维创新，培养学生的知识建构能力、技术应用能力及系统思维能力。

#### · 项目的具体实施方法与过程

#### · 教学理念的创新与框架构建

课程创新围绕“问题-探索-交叉”的教学理念，提出“明线与暗线”相结合的教学框架：

- **明线：**通过问题导向、探索导向和交叉学科导向，引导学生掌握城市气候的核心概念、学科前沿与实际应用。
- **暗线：**融入思政教育，通过榜样引领与实践育人，培养学生的责任感与创新意识。

结合时代特征，课程确立了“三层次目标”：

- **知识层面：**理解城市气候的核心理论与前沿动态；
- **能力层面：**掌握虚拟仿真、热红外无人机及云计算等技术，具备解决实际问题的能力；
- **思维层面：**培养学生的批判性思维、系统思维与探索精神，面对不确定性问题敢于分析与质疑。

## • 具体教学实施方法与改进措施

### (一) 课程框架系统化与逻辑化

课程内容按“核心概念—典型现象—尺度分析—规划实践”的逻辑进行系统化重构：

- **核心概念：**城市辐射平衡、气流特征、热岛效应等确定性知识；

- **典型现象：**全球气候变化与城市气候响应，城市雨岛与热岛的案例分析；
- **尺度分析：**引导学生理解城市气候现象的时间和空间尺度，探索其不确定性特征；
- **规划实践：**结合真实城市案例，提出气候适应性规划与设计方案。

学生通过逐层深入的学习，既能掌握城市气候的核心内容，又能在不同尺度上理解其复杂性与不确定性。

#### ( ) 引入翻转课堂与“圆桌对话”模式

翻转课堂的实施过程分为三个阶段：

- **课前学习：**学生通过在线平台与工具（如）自主学习课程理论知识，并完成预设任务。
- **课堂讨论：**教师引导学生围绕城市热岛效应、人类活动对气候影响等不确定性问题展开小组讨论与辩论。
- **成果展示与总结：**学生小组展示分析成果，教师进行“画龙点睛”式引导与点评，帮助学生深化对问题的理解。

例如，针对“城市热岛效应的形成机制”，学生通过无人机热红外数据分析、文献调研与小组讨论，提出多种假设与解释，并通过仿真模拟进行验证。

## ( ) 前沿技术应用与实践教学融合

结合“虚拟仿真—无人机技术—云计算平台”，课程设置多维度的实践环节：

- **热红外无人机数据采集**：学生使用无人机获取城市表面温度数据，分析不同土地利用类型对城市热环境的影响。
- **虚拟仿真模拟**：利用-等软件进行城市气候现象的动态模拟，评估不同城市设计对气候的影响。
- **云计算平台应用**：通过 云平台，学生分析大尺度城市气候变化数据，理解其不确定性与时空演变特征。

## ( ) 多元化考核机制与反馈

构建全过程、多维度的评价体系，包括：

- **在线学情分析**：通过在线学习平台跟踪学生自主学习情况 (%) ；
- **课堂小组讨论**：翻转课堂环节的成果展示与讨论质量 (%) ；
- **实践案例研究**：无人机数据采集与仿真模拟项目的完成情况 (%) ；
- **阶段性测试与开卷考核**：检验学生的知识掌握与融会贯通能力 (%) ；
- **面对面反馈交流**：教师与学生定期沟通，解决学习中的问题，增强课程互动性。

## (C) 融入思政教育，提升责任感与使命感

通过结合课程内容与社会现实，融入思政教育：

- 学习中国著名城市气候学家周淑贞的学术贡献与家国情怀，激励学生树立科研报国的理想；
- 分析大疆科技等自主创新企业的成功案例，增强学生的创新意识与使命感。

### . 项目的主要成效与价值

### . 学生学习效果与能力提升

通过教学改革，学生在以下方面取得显著进步：

. **理论知识掌握**：学生能够系统地理解城市气候的核心理论与逻辑框架，知识体系更为完整。

. **技术应用能力**：学生熟练掌握无人机数据采集、虚拟仿真模拟及云平台数据分析等技能，解决实际问题的能力明显提升。

. **思维模式优化**：学生的批判性思维、系统思维与探索能力显著增强，能够主动提出问题并通过实践验证解决方案。

### . 学生反馈与成果展示

- **课程满意度**：%以上学生对课程改革表示高度认可，普遍认为课程实践性强、互动性高，有助于提升自主学习能力。

- **获奖成果:**参加课程的学生获得了中国生态学学会优秀报告奖、双碳创新大赛三等奖等多项荣誉，并发表了相关学术论文。
- **实践案例:**学生通过无人机与仿真平台完成的城市热环境优化方案，获得了专家的高度评价。

## · 对教学与学科建设的推动作用

- 支撑了国家级环境科学虚拟仿真实验教学中心的建设；
- 为新工科背景下城市气候课程的教学改革提供了可推广的经验与模式；
- 获得校级及省级教学创新奖项，课程成果被推广至其他高校及中学。

## · 项目设计和实践中的困难、问题与建议

### · 实施中的困难与问题

- **学生技术能力差异较大:**部分学生对无人机、仿真软件等前沿技术的学习存在困难。
- **实践资源有限:**课程硬件设备与软件平台的更新维护成本较高，资源配置需进一步优化。
- **不确定性知识教学难度大:**学生在探索不确定性问题时，缺乏深入思考与自主创新的动力。

## · 下一步改进的思路与建议

- **强化技术培训**：开设无人机与仿真软件专项培训，提升学生的技术应用能力；
- **扩充实践资源**：通过校企合作引入更多设备与平台，拓展学生实践学习的空间；
- **优化教学案例库**：开发更多针对不确定性知识的教学案例，提供多层次问题情境；
- **加强激励机制**：通过课程竞赛、项目合作等方式，激发学生的探索热情与创新能力。

## 结语

《城市气候》课程通过教学理念、方法与技术的全面创新，成功回应了时代与新工科背景下交叉学科教育的挑战。未来将继续完善实践教学资源，深化学生核心能力培养，为我国培养更多具备全球视野与创新能力的复合型人才。