

# 基于翻转课堂的过程考核模式在《大气化学基础》教学实践中的应用

王赛男<sup>1,2\*</sup>, 樊晋<sup>1,2</sup>, 张小玲<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>成都信息工程大学大气科学学院, 高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都

<sup>2</sup>成都平原城市气象与环境四川省野外科学观测研究站, 四川 成都

收稿日期: 2025年12月28日; 录用日期: 2026年2月5日; 发布日期: 2026年2月14日

## 摘要

大气化学是一门交叉、新兴、前沿的学科, 亦是大气科学课程的重要分支和补充。传统大气化学教学偏重理论传授, 学生参与度低且难以建立复杂污染机制的立体认知, 这对于培养学生的自主学习能力和实践分析能力势必会带来影响。本文以《大气化学基础》课程为载体, 融合“翻转课堂”与“过程考核”模式, 通过个人作业(含计算题、随堂测试、思维导图)和小组专题汇报的阶梯式任务设计, 结合双维度评分机制, 实现知识内化与能力培养的双重目标。实践结果表明, 该模式有效激发了学生的学习兴趣, 提高了学生的团队合作能力和表达能力。同时, 数据分析也反映出个人作业与小组作业表现之间的相关性较弱, 说明两种考核方式考察的能力维度存在差异。

## 关键词

翻转课堂, 过程考核, 大气化学基础, 教学实践

# Application of a Process-Assessment Model Based on the Flipped Classroom in the Teaching Practice of “Fundamentals of Atmospheric Chemistry”

Sainan Wang<sup>1,2\*</sup>, Jin Fan<sup>1,2</sup>, Xiaoling Zhang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>Chengdu Plain Urban Meteorology and Environment Observation and Research Station of Sichuan Province, Chengdu Sichuan

\*通讯作者。

Received: December 28, 2025; accepted: February 5, 2026; published: February 14, 2026

## Abstract

Atmospheric chemistry is an interdisciplinary, emerging, and frontier field, and also serves as an important branch and complement to atmospheric science curricula. Traditional instruction in atmospheric chemistry has tended to emphasize theoretical knowledge delivery, resulting in low student engagement and difficulties in developing a comprehensive understanding of complex pollution mechanisms. This limitation negatively affects the cultivation of students' autonomous learning abilities and practical analytical skills. In this study, the course Fundamentals of Atmospheric Chemistry was used as a teaching platform to integrate a flipped classroom approach with a process-oriented assessment model. A scaffolded task design was implemented through individual assignments—including calculation problems, in-class quizzes, and concept mapping—as well as group-based thematic presentations. A dual-dimensional evaluation mechanism was adopted to achieve the dual objectives of knowledge internalization and competency development. The results demonstrate that this instructional model effectively enhances students' learning motivation and improves their teamwork and communication skills. In addition, data analysis reveals a weak correlation between performance in individual assignments and group tasks, indicating that the two assessment approaches evaluate different dimensions of student abilities.

## Keywords

Flipped Classroom, Process-Oriented Assessment, Fundamentals of Atmospheric Chemistry, Teaching Practice

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

当前社会 AI 爆炸式发展、在专业基础知识唾手可得的情况下，大学生对于课堂上教师所讲授的内容吸收程度较低，容易出现自我感觉良好的情况。这就进一步导致学生对于知识的掌握仅停留在表现，往往没有真正理解背后的原理，无法用于实践。

翻转课堂(Flipped Classroom)是一种将传统课堂教学结构进行“翻转”的教学模式，学生在课前通过教师提供的视频、阅读材料等资源进行自主学习，课堂时间则用于深化理解、解决问题和开展互动活动[1]。这种模式使学生从“被动接受”知识转变为“主动获取”信息，有助于提高学生的自主学习能力和课堂参与度[2]。与此同时，过程考核(Process-oriented Assessment)作为一种注重学习过程的评价方式，通过多次、多样化的考核任务，全面评价学生的学习态度、知识掌握程度和应用能力[3]。以往教学实践证明，该方法对学生全方位能力培养能起到整体监督和提升作用[4]。

近年来，翻转课堂与过程考核在理工科教学中应用广泛。研究表明该模式在环境工程等工科课程中效果显著，课程考核正逐步从单一终结性评价转向过程性与成果型评价相结合[5]。然而，大气科学领域因理论性强、公式复杂、数据维度高等特点，相关探索尚处起步阶段。《大气与环境模式》采用项目式学习结合多维度考核[6]，《卫星气象学》尝试线上线下混合式教学[7]。值得注意的是，元分析指出翻转课堂在逻辑思维要求高的理科中效果相对较弱[8]，现有研究多聚焦单一课程设计，缺乏对大气科学专业体

系化应用的系统性总结，在平衡理论深度与自主学习、构建适配数据特性的评价体系等方面尚待深入。

基于此，本课程基于翻转课堂的理念开展过程考核，旨在确保《大气化学基础》教学活动质量，将教学过程拆分为多个环节，分别赋予一定分值和评分标准，最终成绩由各环节得分相加而成，体现公开、公平、公正原则。期望通过这种方式，调动学生的学习兴趣，让学生认识到任务完成过程的重要性，提高教学质量。

## 2. 课程介绍

《大气化学基础》是研究大气中化学物质的组成、性质、转化规律以及大气化学过程与环境、气候等关系的一门学科，其内容涵盖大气的化学组成、气溶胶、大气污染物的来源与迁移转化、大气污染与气候变化等多个方面。对于将来从事大气环境等相关领域工作的学生来说，该课程内容重要且具有较强的实践指导意义。然而，由于课程涉及较多化学动力学、热力学等抽象理论知识，以及大量的计算和数据分析，传统授课方式往往使学生感到枯燥乏味，难以激发学习兴趣，学生即便为应付考试记住相关内容，在知识的实际应用和综合分析方面也存在较大欠缺。因此，本课程尝试引入“翻转课堂 + 过程考核”模式，重新设计教学活动和考核方式，以期提升教学效果。

## 3. 基于翻转课堂的过程考核模式教学实践

### 3.1. 教学设计总体思路

本课程采用翻转课堂模式，将部分基础理论知识的讲解转移到课前，学生通过预习课件讲义、自主阅读教材等方式先行自学。课堂时间主要用于课后作业的重难点解析、随堂测试、小组讨论和汇报展示。在考核方式上，采用过程考核，将总成绩分散到多个环节，包括考勤、平时成绩和期末考试。本研究重点关注过程考核中的平时成绩部分，考勤部分由于个体差异性不在本研究的讨论范围内。其中，平时成绩得分由4次个人作业(2次课后作业+2次随堂测试)和1次小组作业(PPT汇报展示)构成。

### 3.2. 课程内容与考核环节对应关系

将48学时课程划分为4大模块(表1)，根据每个模块重难点设置考核任务，匹配差异化考核形式。

**Table 1.** Differentiated assessment aligned with the respective characteristics of the four major knowledge modules  
**表1.** 根据四大知识模块各自特点匹配差异化考核

知识模块	教学难点	对应作业	能力培养目标
大气物理基础	浓度单位换算	个人作业1(课后计算题)	量化计算能力
	反应动力学基本原理	个人作业2(随堂测试)	原理理解能力
化学反应动力学	反应速率理论	个人作业3(随堂测试)	模型构建能力
气溶胶化学	多组分来源解析	个人作业4(课后思维导图)	系统分析能力
污染控制应用	区域协同治理策略	小组作业	创新解决能力

考核环节的设置具有以下特点：

- 1) 模块化递进的知识体系：课程结构划分为四个核心知识模块——“大气物理基础”、“化学反应动力学”、“气溶胶化学”和“污染控制应用”。这种设计明确了从基础理论(如浓度单位、反应动力学原理)逐步深入到复杂应用(如区域治理策略)的学习路径，符合认知规律。
- 2) 精准匹配的难点与作业：每个知识模块均明确指出了特定的“教学难点”(如单位换算、基本原理、

来源解析、协同治理), 并针对性设计了“对应作业”。作业形式多样且递进, 包括个人计算题(练基础)、随堂测试(抓关键理解)、思维导图(建体系)、小组作业(促协作)。难点与作业高度关联, 确保练习能有效攻克瓶颈。

3) 明确的能力培养导向: 课程核心目标是培养学生的综合能力, 并将能力培养贯穿始终。表格最后一列“能力培养目标”直接对应每模块的任务, 清晰体现了从基础技能(计算、理解)到高阶能力(建模、分析、创新)的递进培养过程。

### 3.3. 考核环节的任务设计与实施

根据考核内容的不同, 考核环节主要通过四种不同的形式展开: 课后作业、随堂测试、小组汇报和期末考试, 具体如图 1 所示。其中课后作业和随堂测试均为个人作业, 单次得分均为个人得分; 小组汇报为小组作业, 各小组成员得分相同。

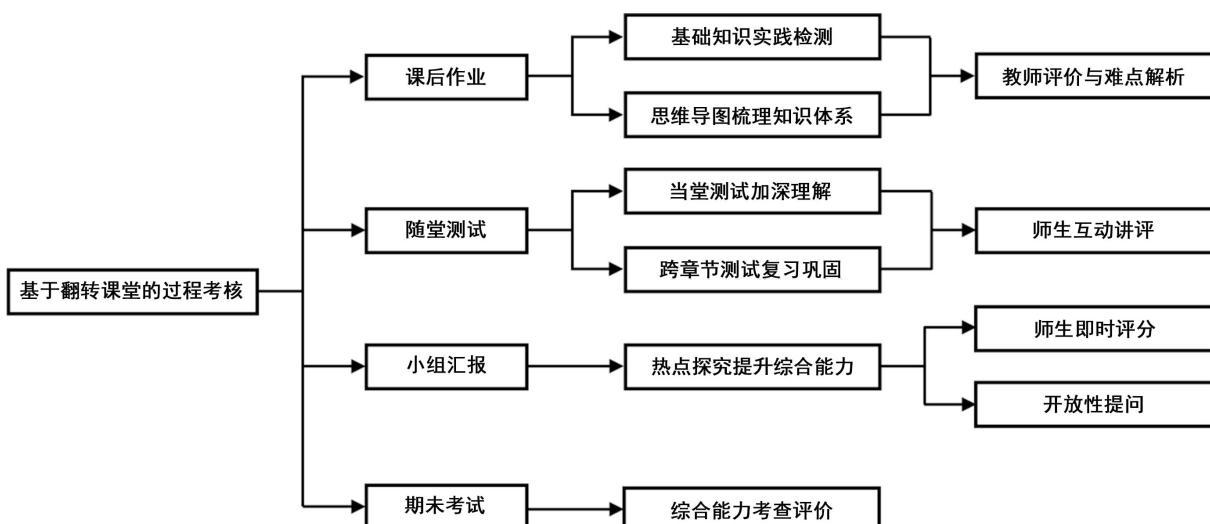


Figure 1. Flowchart of the flipped-classroom-based process assessment

图 1. 基于翻转课堂的过程考核流程图

#### 3.3.1. 个人作业的设计与实施

个人作业旨在巩固学生对基础知识的掌握和应用能力, 形式为课后作业和随堂测试。考核过程中设置了 4 次个人作业, 形成阶梯式能力训练。根据学生的答题准确性、完整性、思路清晰度以及思维导图的逻辑性和规范性等进行评分。具体安排如下:

课后作业分为两部分内容, 强化学生的基础计算实战能力。课后作业 1 包含两道计算题: 第一题考察常规污染物的混合比、数浓度、质量浓度等指标的相互换算能力; 第二题要求学生基于实时监测的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$  等污染物浓度值, 判定空气质量等级及首要污染物。课后作业 2 则采用思维导图题型, 要求学生以思维导图形式清晰展示气溶胶粒子的组成与来源之间的对应关系。这些课后作业的安排, 强化了学生对污染物物理化性质的量化分析能力, 为后续章节的学习奠定了坚实的计算基础, 同时培养了学生结构化梳理复杂知识体系的能力, 加深其对知识体系整体性的把握。

随堂测试同样包含两部分内容, 即时诊断学生对核心概念的掌握情况。随堂测试 1 包含简答题和计算题: 简答题重点考察学生对反应级数判定、半衰期定义、表观速率常数影响因素的理解; 计算题聚焦于不同级数反应速率计算, 以及 Arrhenius 方程的理解与实际应用能力。随堂测试 2 同样包含包括简答题

和计算题：简答题侧重考察学生对第三章(动力学)与第四章(光化学)关键关联点(如光化学反应与动力学的耦合效应)的理解深度；计算题则涉及臭氧生成潜势的具体计算，以及要求结合动力学参数模拟挥发性有机物(VOCs)的氧化路径。通过这些精心设计的随堂测试，有效实现了对学生动力学核心概念掌握深度的即时诊断，并促进了知识链的持续性巩固。

### 3.3.2. 小组作业的设计与实施

小组作业要求学生以团队形式合作完成一个 PPT 汇报展示。该任务旨在深化学生对特定大气化学主题的理解与应用能力，其主题设置紧密结合现实问题。教师事先根据课程教学目标预设 12 个选题方向，由学生投票表决确定出 8 个选题，任选其一展开深入研究(见表 2)。选题涵盖了中国雾霾与臭氧复合污染、欧美大气污染治理的经验与措施、中国主要城市群空气质量对比、川渝地区大气污染特征、从挥发性有机物(VOC)减排与城市绿化、日常餐厨油烟 VOC、室内环境 VOC 以及机动车尾气排放控制等具有时代性和地域性的热点议题。学生在确定方向后需自由拟定具体汇报题目，研究过程要重视“用数据事实说话”，鼓励学生查找并运用一手数据或权威报告，同时需具备信息甄别能力，审慎评估数据来源的可信度与可靠性；此外，选题时应尽量避免与课程教材内容产生过多重叠，力求在课程基础上进行拓展性探索或创新性思考。

**Table 2.** Topic design for group presentations and the corresponding assessment focuses

**表 2. 小组汇报的选题设置及对应考察重点**

序号	选题方向	对应考察重点
1	中国雾霾与臭氧复合污染	聚焦二次污染生成机制
2	欧美治污经验	对比政策工具(如美国清洁空气法案)
3	三大城市群空气质量	基于 5 年监测数据的时空对比
4	川渝污染特征	特殊地形(盆地)与排放源的交互作用
5	VOC 减排与城市绿化	树种筛选的 VOC 排放量化依据
6	餐厨油烟 VOC	家庭烹饪排放因子实证分析
7	室内 VOC 健康效应	暴露剂量 - 反应关系研究
8	机动车尾气控制	催化转化技术效率评估

具体的作业实施流程包括分组、选题准备、课堂展示与互评几个连贯环节。首先，两个教学班级的学生各自组建规模为 3 至 6 人的协作小组。为避免选题过度集中，在分组完成后，由各小组代表通过抽签方式从预先设定的八个方向中确定本组的选题；抽签选到相同题目的两个班级的小组将自动结为“PK 战队”。小组在课后阶段需广泛收集资料、分析数据、制作汇报 PPT，此过程中教师会适时提供必要的指导和答疑。正式汇报环节安排于课堂时间进行，每个小组有 8 至 10 分钟的时间向全班展示研究成果。汇报结束时立即启动评分环节，评分主体由其他小组的学生听众与授课教师共同构成，其中学生评分在总分中占 30% 的权重，教师评分则占据主导性的 70%。在每组汇报结束后，设置即时的自由提问与点评环节，鼓励其他小组的成员就该组的研究内容、方法或结论进行开放性提问；待所有小组汇报全部完成后，教师会进行综合性的总结点评，对整体表现、共性优点、存在不足等问题进行反馈。

小组作业的考核评价标准细化为三个核心维度，共计 100 分。第一个维度是“汇报表达”(占 30 分)，主要评估汇报人的语言是否清晰流畅，表达逻辑是否严谨且易于理解，以及对规定时间(8~10 分钟)的掌控是否精准到位；第二个维度是“多媒体设计”(占 30 分)，着重考察汇报所使用的 PPT 制作水平，包括

其视觉效果是否美观大方、图文排版是否合理协调、多媒体元素的运用是否恰当，整体设计是否符合学术规范并能有效支撑讲述内容；第三个也是权重最高的维度是“内容丰富度与科学性”（占 40 分），其评价核心在于汇报所呈现内容是否详实充分，所引用的数据、案例及论据来源是否可靠、可信，逻辑推演是否合理，结论是否基于科学依据，体现了对基础知识的准确理解与实际问题的分析能力。

## 4. 考核结果分析

### 4.1. 个人作业得分情况

从个人作业最终得分来看，整体得分分布较为合理，分数跨度较大(77~97 分)，一定程度上反映了学生的学习情况。大多数学生对课程中的基本概念和计算方法掌握较好，知识的综合运用能力较强。

从具体题目来看，考察混合比、数浓度、质量浓度三者换算关系的计算题，多数学生能掌握基本换算方法，但在复杂情境下的综合应用方面，部分学生存在困难，导致得分差异较大。关于气溶胶细粒子的主要化学组成及来源的课后作业，采用思维导图形式展示，有助于培养学生的逻辑思维和知识梳理能力，得分较高的学生思维导图结构清晰、内容全面，能准确涵盖各类化学组成及其主要来源；而部分学生的思维导图存在逻辑混乱、内容遗漏等问题，得分相对较低。

随堂测试方面，第三章化学动力学基本原理的测试中，由于内容抽象难懂，学生得分普遍偏低，尤其是计算题部分，很多学生在反应速率计算、反应级数判断等方面出现错误。第四章讲授完毕后的随堂测试，旨在巩固第三章内容，从得分情况来看，学生对第三章知识的掌握有一定提升，但仍有部分学生存在知识遗忘和混淆的情况。

### 4.2. 小组作业得分情况

小组作业最终得分同样呈现出一定的差异，小组最高分达到 98 分，最低分 75 分。从打分依据来看，汇报表达方面，得分高的小组成员表达流畅、逻辑清晰，能准确传达汇报内容；而部分小组存在表达不连贯、重点不突出等问题，影响了该部分得分。多媒体设计方面，优秀的小组 PPT 制作精美、图文并茂，能很好地辅助汇报；部分小组的 PPT 存在排版混乱、图表不规范等问题，得分较低。内容丰富度与科学性方面，得分高的小组能以数据事实为依据，信息来源可靠，内容全面且具有一定的深度和创新性；而部分小组内容较为单薄，存在信息来源不可靠、科学性不足等问题。

从题目选择来看，不同方向的题目得分情况有所不同。例如，选择“中国雾霾与臭氧复合污染”“美国/欧洲大气污染治理的措施与经验”等与当前社会热点和实际应用结合紧密的题目，学生往往能收集到更多的资料，内容丰富度较高，得分相对较好；而选择一些较为冷门或资料获取难度较大的题目，部分小组得分相对较低。

从 PK 战队的表现来看，同题目的两组进行 PK，竞争意识促使学生更加认真地准备汇报，两组得分往往较为接近，也体现了评分的公平性。学生和老师共同评分的方式，既发挥了学生的主观能动性，又保证了评分的专业性和权威性，学生评分占 30%，老师评分占 70% 的比例设置较为合理。

### 4.3. 各考核环节相关性分析

学生各考核环节的相关性分析结果如表 3 所示。本次分析聚焦学生的个人作业得分、小组作业得分和期末成绩，同时纳入性别因素进行考量。

从整体数据来看，个人作业得分与小组作业得分相关性较弱， $r$  值为 0.1904， $p$  值 0.0847 接近显著性边缘，反映了两个考核环节对学生能力的考查维度不同，如个人作业侧重独立学习、问题解决技能，而小组作业强调团队协作、沟通能力。进一步按性别分组后，女生组相关性稍强于男生组，在两种作业上

的表现显示出更强的稳定性；而男生在两种类型作业上一致性较低，可能源于团队环境中的行为因素(如依赖同伴或参与度不均衡)，暗示动机或工作风格的潜在区别。整体上，作业得分的弱相关性提醒我们需要在教学设计中平衡两种评估方式，避免单一能力偏好，并鼓励学生全面发展。

个人作业得分与期末成绩有一定相关性， $r$  值 0.2898 且  $p$  值 0.0079 表明显著相关。分性别看，男生组相关性更强。这可能是因为男生在个人作业完成过程中，更能将知识系统梳理，在期末时能更好地发挥。小组作业得分与期末成绩的相关性，整体上  $r$  值 0.2223、 $p$  值 0.04334 呈显著相关，按性别分组后男生组相关性强，女生组几乎无相关性。这可能是由于男生在小组作业的讨论和协作中，对知识的理解和吸收更有助于应对期末考试；而女生可能在小组作业中更关注人际关系等非知识层面，对期末成绩提升作用不明显。

综合而言，不同类型的作业得分对期末成绩有不同程度影响，且性别差异明显。这反映出男女生在学习方法、认知模式和对作业的态度上存在区别。教师在教学中应关注这种差异，重视考核环节的作业设置。同时，针对男生可强化小组作业的引导，进一步发挥其优势；对女生则在个人作业和小组作业知识转化方面提供更多指导，从而全面提升学生的期末成绩。

**Table 3.** Correlation analysis results of different assessment stages

**表 3. 各考核环节相关性分析结果**

分析项目	分组	样本量	相关系数( $r$ )	$p$ 值
个人作业得分 vs 小组作业得分	全体	83	0.1904	0.0847
	女生	41	0.2798	0.0764
	男生	42	0.0911	0.5660
个人作业得分 vs 期末成绩	全体	83	0.2898	0.0079
	女生	41	0.2449	0.1228
	男生	42	0.3133	0.0434
小组作业得分 vs 期末成绩	全体	83	0.2223	0.0434
	女生	41	-0.0115	0.9432
	男生	42	0.4342	0.0041

## 5. 基于翻转课堂的过程考核模式实践效果

总体来看，基于翻转课堂的过程考核模式在《大气化学基础》课程教学活动实践中取得了较好的效果。

首先，从个人作业来看，学生在完成作业的过程中，需要主动查阅资料、独立思考和解决问题，提升了自主学习能力和知识应用能力。例如，在完成气溶胶细粒子相关的课后作业时，学生通过绘制思维导图，梳理知识体系，加深了对该部分内容的理解和记忆。随堂测试则能及时反馈学生的学习情况，让学生了解自己在知识掌握上的薄弱环节，便于及时查漏补缺。

其次，小组作业的开展，让学生从“被动接受”知识转变为“主动探究”知识，体现了翻转课堂的特点。学生自主选择题目，通过团队协作收集资料、分析数据、制作 PPT 并进行汇报，锻炼了团队协作能力、信息获取与处理能力、表达能力等。在选题方面，学生选择的题目丰富多样，既关注国内不同地区的大气污染情况，也借鉴国外的治理经验，还涉及日常生活中的大气污染问题，说明学生不再局限于课本知识，而是将目光投向实际生活和社会热点，培养了一定的社会责任感和问题意识。

在实施过程中，引入激励机制，如 PK 战队的设置，激发了学生的竞争意识和学习动力，促使学生更

加认真地准备作业和汇报。学生互评环节让学生学会客观评价他人，同时也能从其他小组的汇报中学习优点，发现自身不足。

但在实施过程中仍存在一些不足。由于学生的自主学习能力和学习态度存在差异，个人作业完成质量差异较大，存在个别学生对待作业不认真的情况。针对这一问题，可以加强对学生作业过程的监督和指导，定期检查学生的学习进度，对作业中出现的问题及时进行讲解和纠正。在小组作业中，对于人数较多的小组，容易出现部分学生趁机偷懒的现象，即个别学生不参与或很少参与小组工作，却享受小组的成果。针对该问题，可以在小组作业中增加个人贡献度评价环节，由小组内成员根据每个人的参与程度、贡献大小进行评分，将个人贡献度纳入小组作业最终得分的计算中，以提高学生的参与积极性。

除此之外，考核过程中的评分标准仍需进一步细化。尽管制定了作业评价标准，但在实际评分过程中，部分标准不够细化，导致评分存在一定的主观性。例如，小组作业中“内容丰富度与科学性”的评分，不同的评分者可能有不同的理解。可以进一步细化评分标准，明确各评分项的具体指标和分值，提高评分的客观性和准确性。

## 6. 结语

我国高等教育改革正面临机遇与挑战，教育部在《教育信息化十年发展规划(2011~2020 年)》中指出，信息技术对教育发展具有革命性影响，要以教育信息化带动教育现代化，促进教育的创新与变革[9]。在《大气化学基础》课程中应用“翻转课堂 + 过程考核”教学模式，顺应了教育改革的趋势。

通过实践证明，该模式在调动学生学习积极性、提升学生自主学习能力、团队协作能力和知识应用能力等方面取得了较好的效果。然而，该模式对教师也提出了更高的要求，教师需要花费更多的时间和精力设计作业、制定评分标准、指导学生完成作业以及进行评价反馈。

因此，该教学模式的推广需要师生双方的配合。教师应不断提升自身素养，优化作业设计和评价体系；学生应积极主动参与，充分发挥自身的主观能动性。通过多种教学手段的综合应用，真正实现“润物细无声”的立德树人教育效果，培养出适应社会发展需求的高素质大气化学领域人才。

## 基金项目

成都信息工程大学本科教育教学研究与改革项目暨本科教学工程项目(JYJG2024141)。

## 参考文献

- [1] 张金磊, 王颖, 张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 过程教育杂志, 2012(4): 46-51.
- [2] 史瑞欣, 彭进松, 施连旭, 等. 基于翻转课堂、对分课堂的化学工艺学课程教学方法研究[J]. 高教学刊, 2022, 8(23): 128-131.
- [3] 曾超峰, 薛秀丽. 强化过程考核与激励的教学模式在土力学教学中的探索[J]. 教育教学论坛, 2017(34): 151-152.
- [4] 刘彬, 桑育黎, 王晓芳, 等. 基于过程考核的《微生物学与免疫学实验》课程教学改革与实践[J]. 沈阳医学院学报, 2020, 22(1): 94-96.
- [5] 钱飞跃, 王建芳, 盛楠楠. 基于翻转课堂的大气污染控制工程课程设计教学模式的重构[J]. 当代教育理论与实践, 2015, 7(7): 56-58.
- [6] 苏东生, 林志强, 蒋梦姣, 周娟. 基于科教融汇的《大气与环境模式》教学改革思考[J]. 创新教育研究, 2025, 13(10): 405-410.
- [7] 国防科技大学气象海洋学院.“卫星气象学”混合式教学实践探讨[J]. 教育教学论坛, 2021(40): 89-92.
- [8] 钟志贤, 等. 翻转课堂教学对学生学习效果的影响——基于 62 项实验和准实验的元分析[J]. 现代教育技术, 2016, 26(2): 39-45.
- [9] 教育部. 教育信息化十年发展规划(2011-2020 年) [EB/OL]. [http://www.edu.cn/zong\\_he\\_870/20120330/t20120330\\_760603\\_3.shtml](http://www.edu.cn/zong_he_870/20120330/t20120330_760603_3.shtml), 2012-05-06.