

区域产业数据驱动的线性代数课程思政教学实践路径

叶丽霞¹, 梅雪峰²

¹浙江外国语学院教育学院, 浙江 杭州

²浙江外国语学院国际商学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年8月9日; 录用日期: 2026年9月10日; 发布日期: 2026年9月17日

摘要

本文以列昂惕夫逆矩阵的求解为切入点, 探索经管类专业线性代数课程思政教学的有效路径。选取浙江省数字经济核心产业中通信设备、软件信息服务、电气机械三个代表性行业的投入产出真实数据, 构建三部门投入产出模型, 将逆矩阵运算嵌入区域供需平衡测算的实际情境。教学以BOPPPS为框架, 遵循问题驱动、认知冲突、概念建构、应用拓展的认知逻辑, 引导学生在区域产业数据分析中完成理论内化与实践迁移, 在知识传授过程中自然融入系统思维与产业协同发展理念。该案例可为地方高校以区域产业案例深化课程思政建设提供实践参考。

关键词

区域产业案例, 线性代数, 课程思政, 逆矩阵, 投入产出模型, BOPPPS

Regional Industrial Data-Driven Practical Pathways for Curriculum-Based Ideological and Political Education in Linear Algebra

Lixia Ye¹, Xuefeng Mei²

¹School of Education, Zhejiang International Studies University, Hangzhou Zhejiang

²School of International Business, Zhejiang International Studies University, Hangzhou Zhejiang

Received: August 9, 2026; accepted: September 10, 2026; published: September 17, 2026

Abstract

This paper takes the solution of the Leontief inverse matrix as the entry point to explore effective

文章引用: 叶丽霞, 梅雪峰. 区域产业数据驱动的线性代数课程思政教学实践路径[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 1218-1225. DOI: 10.12677/ae.2026.1692014

paths for curriculum-based ideological and political education in Linear Algebra for economics and management majors. This study establishes a three-sector input-output model based on authentic data from Zhejiang's three core digital economy industries: communication equipment, software and information services, and electrical machinery. The inverse matrix operation is then embedded into the practical task of regional supply-demand balance measurement. Adopting the BOPPPS teaching framework, the instructional design follows a complete cognitive logic covering problem-driven inquiry, cognitive conflict, concept construction, and practical application. By analyzing regional industrial data, students realize the internalization of theoretical knowledge and the transfer of practical abilities, while systematic thinking and industrial collaborative development are seamlessly integrated throughout the teaching process. This case provides local universities with a feasible approach to deepen the construction of curriculum-based ideological and political education with regional industrial cases.

Keywords

Regional Industrial Cases, Linear Algebra, Curriculum-Based Ideological and Political Education, Inverse Matrix, Input-Output Model, BOPPPS

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

近年来,课程思政建设已从理念倡导走向制度落实,政策框架逐步成型。2020年,《高等学校课程思政建设指导纲要》[1]要求理学类课程将科学精神培养与价值观引领相结合,课程思政由此从理念倡导走向全面实施。2022年,教育部等十部门印发《全面推进“大思政课”建设的工作方案》¹,要求“把思政小课堂同社会大课堂结合起来”,这进一步拓展了课程思政的实践场域。2026年3月,浙江省教育厅启动高校课程思政教学案例征集工作,要求案例立足浙江生动实践,突出可复制推广性[2]。政策演进表明,课程思政建设重心已从规模覆盖转向质量提升,各学科急需提炼可推广的实践范式。

线性代数作为经管类专业的核心数学课程,也是课程思政的重要载体。然而,当前教学仍存在偏重技巧训练、真实问题情境不足的问题。项目式学习、案例教学虽有探索,仍未形成可推广的范式。突破的关键在于选取适切的教学载体,使数学知识传授与价值引领有机融合。

浙江省通信设备、软件信息服务、电气机械等产业已形成系统的投入产出数据,为线性代数教学提供了区域案例。列昂惕夫逆矩阵作为投入产出分析的核心工具,就是逆矩阵在经济均衡分析中的经典应用[3]。利用本地产业数据讲授该模型,可使逆矩阵的运算对象从抽象符号转为具体经济变量,同时从产业关联视角引导学生理解区域经济的结构性特征,实现知识传授与价值引领的融合。

2. 研究现状

近年来,线性代数课程思政建设在教学模式、内容设计上取得了丰富成果。在教学模式层面,孙月芳等[4]将BOPPPS模式引入线性代数课堂,构建参与式教学新范式;汤乐[5]将对分课堂应用于教学实践,强调课后内化与课堂讨论相结合。在思政内容建设上,何薇、陈建龙[6]围绕逆矩阵等核心知识点设计思政教学案例;任美睿、郭龙江[7]提出“1+2+3+4”融合教学模式,构建三维立体教学架构;杨文霞等

¹https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/24/content_5706623.htm

[8]从历史人物、知识点与拓展案例三方面系统挖掘思政元素；甄苓、庞慧慧[9]构建“教师思政－课堂思政－学生思政”三位一体育人理念，绘制课程思政元素知识图谱；樊红云[10]从数学史、辩证思维与实践应用三个维度提炼经济数学课程的思政融入路径。

上述研究在教学组织和素材挖掘方面成效显著，但鲜有将区域产业数据与线性代数核心知识点深度绑定的案例设计。事实上，投入产出模型以产业关联数据为运算对象、以列昂惕夫逆矩阵为分析工具，天然契合逆矩阵教学内容，为区域案例驱动课程思政提供了理想载体。本文以此为切入点，依托浙江省数字经济的产业投入产出数据，将逆矩阵求解嵌入真实供需平衡测算任务，探索区域产业案例驱动课程思政的实践路径。

3. 应用案例设计与教学融合路径

3.1. 设计思路

通信设备、软件信息服务及电气机械产业是浙江省数字经济核心产业的主要组成部分，彼此投入产出关联明显，适合演示逆矩阵的经济含义，且数据完整、来源可溯，便于其他教师按相同方法提取和复现。本案例选取上述三个产业集群，构建三部门投入产出模型，在区域供需平衡测算中完成逆矩阵运算训练，使线性代数方法教学与地方经济发展认知形成有机联动[5]。教学实施围绕“问题驱动－认知冲突－概念建构－应用拓展”四个环节依次推进。知识讲授与思政元素在各环节自然融合，具体设计见表1。

Table 1. Correspondence of knowledge points, industrial cases, and ideological-political elements
表 1. 知识点、产业案例与思政融入的对应

知识点	浙江产业案例素材	思政融入点
矩阵方程的建立	三部门的投入产出方阵	数学模型是分析现实经济问题的有效工具
可逆性的判定与经济含义	产业系统可逆性的经济含义	条件判断是科学决策的前提
列昂惕夫逆矩阵的求解	计算完全消耗系数矩阵	严谨计算、精益求精的科学精神
逆矩阵元素的经济解释	产业需求变动对其他产业的连锁影响	经济全局意识、系统思维
逆矩阵在政策分析中的应用	测算产业扶持政策对各产业的拉动效应	数学方法服务区域经济社会发展

3.2. 投入产出分析教学案例

3.2.1. 模型建立

设三类产业分别为产业1(通信设备)、产业2(软件信息服务)、产业3(电气机械)。从《浙江省2023年42部门投入产出表》[11]中归并三个产业的相关数据，并将单位统一换算为亿元，得到中间使用矩阵 U 、总产出向量 X_0 、最终需求向量 B 如下：

$$U = \begin{pmatrix} 4233.322923 & 1946.226515 & 634.481805 \\ 6.040801 & 1683.812190 & 2.069000 \\ 196.839079 & 50.108678 & 3454.379176 \end{pmatrix}, \quad X_0 = \begin{pmatrix} 9233.228725 \\ 17617.112042 \\ 14177.168065 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 5613.09 \\ 17228.06 \\ 9415.63 \end{pmatrix},$$

其中 u_{ij} 表示第 j 个产业对第 i 个产业产品的直接消耗量。

直接消耗系数 $a_{ij} = u_{ij}/X_{0j}$ ，表示第 j 个产业生产单位产品对第 i 个产业产品的直接消耗量。代入数据计算得到

$$A = \begin{pmatrix} 0.4586 & 0.1105 & 0.0448 \\ 0.0007 & 0.0956 & 0.0001 \\ 0.0213 & 0.0028 & 0.2437 \end{pmatrix},$$

为便于课堂手算, 后文采用保留两位小数的近似矩阵:

$$A \approx \begin{pmatrix} 0.46 & 0.11 & 0.04 \\ 0.00 & 0.10 & 0.00 \\ 0.02 & 0.00 & 0.24 \end{pmatrix},$$

表中 0.00 系四舍五入所致, 并非严格为零。课堂教学中, 教师将在分组演算结束后呈现保留四位小数的更高精度结果, 供对比分析。

设总产出向量为 X , 投入产出平衡要求总供给等于总需求, 即 $X = AX + B$ 。移项得,

$$(E - A)X = B,$$

其中

$$E - A = \begin{pmatrix} 0.54 & -0.11 & -0.04 \\ 0.00 & 0.90 & 0.00 \\ -0.02 & 0.00 & 0.76 \end{pmatrix}$$

3.2.2. 模型求解

由于 $|E - A| \neq 0$, $E - A$ 可逆。利用伴随矩阵法, 求得列昂惕夫逆矩阵为

$$(E - A)^{-1} \approx \begin{pmatrix} 1.85 & 0.23 & 0.05 \\ 0.00 & 1.11 & 0.01 \\ 0.11 & 0.00 & 1.32 \end{pmatrix},$$

$$\text{故总产出向量 } X = (E - A)^{-1}B \approx \begin{pmatrix} 14817.4 \\ 19217.3 \\ 13046.1 \end{pmatrix}。$$

因此, 三个产业总产出分别约为 14817.4 亿元、19217.3 亿元、13046.1 亿元。该测算结果 X 与实际总产出 X_0 存在差异, 主要源于模型为封闭经济假设(未纳入进口替代、存货变动等), 舍入误差影响较小。

3.2.3. 列昂惕夫逆矩阵元素的经济解读

列昂惕夫逆矩阵 $(E - A)^{-1}$ 的元素 b_{ij} 的经济含义为: 第 j 个产业部门的最终需求增加 1 单位时, 对第 i 个产业部门直接和间接产出水平的完全拉动效应[3]。

以通信设备产业为例, 逆矩阵的第一列为 $(1.85, 0.00, 0.11)^T$, 这说明, 若该产业最终需求增加 1 亿元, 则三个产业的总产出分别约增加 1.85 亿元、0.00 亿元和 0.11 亿元。其中, $b_{21} \approx 0.00$ 系保留两位小数的结果, 实际约 16 万元, 并非完全没有拉动作用, 而是反映通信设备制造对软件信息服务的中间消耗极低; $b_{11} = 1.85$ 亿元包含直接效应 1 亿元和间接效应 0.85 亿元, 后者反映了该产业对上游供应链的带动能力。

矩阵元素揭示了数字经济制造业与服务业的不对称关联。 $b_{21} \approx 0.00$ 说明通信设备产业对软件信息服务产业的拉动极弱, 而 $b_{12} = 0.23$ 说明软件信息服务产业对通信设备产业的拉动相对明显, 反映出浙江省数字经济硬件制造与软件服务之间尚未形成深度融合的双向循环。同样, $b_{32} \approx 0.00$ 表明服务业与装备制造业之间的产业关联有待加强。

对角元素中, 通信设备产业的对角元素 $b_{11} = 1.85$ 最大, 间接效应占比最高, 供应链带动能力最强; 软件信息服务产业 $b_{22} = 1.11$ 最小, 产业链条相对较短; 电气机械产业 $b_{33} = 1.32$ 居中。这一差异可用于训

练学生从矩阵结构解读产业结构的映射能力。

4. 基于 BOPPPS 的课堂教学设计

4.1. 学情分析与教学目标

授课对象为经管类专业大一学生, 已掌握逆矩阵的定义、可逆的判定条件, 会利用伴随矩阵法求解逆矩阵; 具备基本经济学常识, 能理解供给、需求、产出等基础概念。优势在于运算技能较熟练, 对现实话题关注度高; 薄弱环节在于数学建模意识不足, 对矩阵结果的经济含义解读能力较弱。教学目标如下:

知识目标: 掌握投入产出模型的矩阵方程形式, 理解列昂惕夫逆矩阵的经济含义, 能运用逆矩阵分析多部门产业供需平衡问题。

能力目标: 能从产业经济问题中抽象出矩阵方程, 运用逆矩阵进行数据分析, 具备初步的经济建模与数理推演能力。

素养目标: 体会逆矩阵的应用价值, 养成系统思维与严谨求实的科学精神。

4.2. BOPPPS 教学流程

本案例以 BOPPPS 模型为组织框架[4], 将投入产出案例贯穿教学全过程。

4.2.1. 课前预习

教师推送浙江省数字经济的产业发展简报, 要求学生了解产业间供给关系, 预习教材内容, 完成前测题。

4.2.2. 导入环节

教师提问: 若通信设备、软件信息服务、电气机械三个产业的最终需求分别为 5613.09 亿元、17228.06 亿元、9415.63 亿元, 各产业应生产多少才能满足需求?

学生先凭直觉尝试回答, 可能想到用单一方程求解, 但发现三个产业相互消耗, 一个产业的需求变动会牵动其他产业。教师自然引入投入产出模型与列昂惕夫逆矩阵。

4.2.3. 目标明示

明确本节课的核心要求: 能运用逆矩阵分析产业供需平衡问题。

4.2.4. 参与式学习

第一步, 理论讲授。回顾逆矩阵定义及伴随矩阵求逆法, 引入投入产出模型, 说明列昂惕夫逆矩阵的经济含义。

第二步, 案例建模。呈现三部门投入产出数据, 引导学生构建直接消耗系数矩阵 A 与最终需求向量 B , 推导投入产出方程 $(E - A)X = B$ 。

第三步, 分组演算。学生分组分工完成任务: 判定 $|E - A|$ 是否为零; 用伴随矩阵法求解列昂惕夫逆矩阵; 代入 B 计算总产出向量 $X = (E - A)^{-1}B$ 。教师巡视指导, 集中讲解共性问题。

第四步, 结果对比。学生手算完成后, 教师说明: 测算结果与实际产出存在差异, 主要原因在于模型假设(封闭经济未纳入进口替代、存货变动等), 而非计算精度问题。实际应用中, 投入产出表通常包含 42 个甚至更多部门, 需借助计算机工具求解, 但只有理解矩阵运算背后的经济含义, 才能正确解读计算结果。任何数学模型都是现实的简化, 需在使用中保持批判性意识。若课堂时间允许, 教师可补充保留四位小数的计算结果供学生对比, 观察舍入误差的量级, b_{21} 的精确值约为 0.0016 亿元, 即 16 万元, 宏观分析中可忽略, 精准测算中则不可, 但这一精度差异远小于模型假设带来的偏差。

第五步, 经济解读与讨论。围绕以下问题进行小组讨论:

- (1) 列昂惕夫逆矩阵各列元素的经济含义是什么?
- (2) 若通信设备产业最终需求增加 20 亿元, 利用列昂惕夫逆矩阵的第 1 列进行测算:

$$\Delta X = (E - A)^{-1} \begin{pmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 37.00 \\ 0.00 \\ 2.20 \end{pmatrix}。$$

结合第四步精度分析, 通信设备产业产出增加 37.00 亿元, 电气机械增加 2.20 亿元, 软件信息服务真实拉动约为 0.032 亿元(320 万元), 并非严格为零。

(3) 若 $E - A$ 不可逆, 产业系统可能有什么问题? 假设某地区通信设备产业的关键芯片供应完全受制于进口。如果芯片供应中断, $E - A$ 的哪些系数会发生什么变化? 系统是否可能从“可逆”变为“不可逆”?

引导学生将“不可逆”与“产业结构失衡”建立对应关系。

教师总结: 列昂惕夫逆矩阵以 $E - A$ 可逆为前提, 一旦系统不可逆, 某些产业的变动无法通过内部传导有效吸收, 外部冲击将被逐级放大。这正是产业安全研究的起点, 也是投入产出模型从数学工具走向政策分析的价值所在。

4.2.5. 课堂总结

回顾本节课的核心内容。知识层面, 梳理投入产出模型的建立过程、逆矩阵的求解方法及其经济含义。方法层面, 手算训练有助于吃透原理, 工具验证便于处理实际问题, 两者结合才能既懂理论又会用。思政层面, 数学模型不只是抽象的符号运算, 它能够揭示产业之间的关联结构, 帮助理解区域经济的组织方式。

4.2.6. 课后拓展

课后任务分两项。一是完成矩阵方程求解的相关习题, 巩固基本运算能力。二是从 42 部门表中自行选取三个产业, 构建投入产出矩阵并求逆, 与本文结果作对比, 撰写一份简要分析报告。

5. 评价体系与实施

5.1. 课内过程性评价

课内过程性评价从专业能力、应用与分析能力、综合素养三个维度展开, 各维度的权重、评价内容及评价主体见表 2。

Table 2. In-class formative assessment criteria

表 2. 课内过程性评价标准

评价维度	权重	评价内容	评价主体
专业能力	50%	逆矩阵求解、投入产出模型应用的准确度	教师评定
应用与分析能力	30%	列昂惕夫逆矩阵元素的经济解释、政策影响推理的清晰度	教师评定、学生互评
综合素养	20%	小组协作、课堂参与、自主探究意识及工具操作规范性	学生自评、学生互评

5.2. 课后拓展报告评价

拓展报告从建模求解、经济解读、政策分析三个维度进行评价, 见表 3。

Table 3. Evaluation criteria for after-class extension reports
表 3. 课后拓展报告的评价标准

评价维度	权重	优秀	合格	待改进
建模求解	30%	矩阵构造合理，逆矩阵计算准确	模型或运算存在小幅疏漏	模型框架或计算存在明显错误
经济解读	40%	乘数效应阐释精准， 能结合本地实例	阐释基本准确， 论述深度不足	产业联动关系分析 存在偏差
政策分析	30%	建议立足实际，针对性强	建议宽泛，针对性不足	建议脱离数据或产业实际

评价结果用于诊断学生薄弱环节，动态调整案例难度与研讨方向。

6. 结语

6.1. 案例特色与教学适用性

本案例以浙江省数字经济三个产业投入产出数据为载体，将列昂惕夫逆矩阵求解嵌入区域供需平衡测算的真实任务，使逆矩阵由抽象运算工具转化为具有经济含义的政策分析手段。学生在“建模－求解－解读”的完整流程中理解逆矩阵的实质应用，而非仅停留于计算技巧。思政要素内生于产业数据的分析过程，无需额外附加教学素材。该框架具有可迁移性，不同地区高校可依据本地产业数据完成案例替换，从而在维持矩阵结构不变的基础上，实现教学内容的区域化重构。

6.2. 未来研究方向

本文为公共数学课程思政提供了区域产业案例嵌入的可行路径。后续研究将从三个方面推进：一是开展教学效果实证检验，综合运用定量测试与定性访谈评估学生知识掌握与素养发展；二是检验该案例框架在不同区域产业背景下的适用条件及调整策略；三是基于教学反馈，优化任务难度梯度、工具验证与手算的时间配置及思政融入方式。

基金项目

浙江省“十四五”第二批本科省级教学改革项目(JGBA2024396)。

参考文献

[1] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. 2020-05-28. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2026-07-10.

[2] 浙江省教育厅办公室关于开展 2026 年度高校课程思政教学案例征集工作的通知[EB/OL]. 2026-04-21. https://kcsz.hzpt.edu.cn/_upload/article/files/45/32/7786f4604c2ebb9243982efd2164/601a90e8-c673-4b2c-bbac-9b46ef651c77.pdf, 2026-09-10.

[3] 李勇, 张敏, 骆琳, 等. 数理经济学[M]. 第 2 版. 成都: 西南财经大学出版社, 2025.

[4] 孙月芳, 江志超, 毕晓华, 等. BOPPPS 教学模式在线性代数课程中的实践研究[J]. 北华航天工业学院学报, 2023, 33(5): 31-33.

[5] 汤乐. 对分课堂在线性代数课程教学中的应用[J]. 中国教育技术装备, 2024(6): 58-60+67.

[6] 何薇, 陈建龙. 线性代数课程思政教学案例的设计与实践[J]. 大学数学, 2021, 37(5): 47-51.

[7] 任美睿, 郭龙江. 思政与专业育人融合的线性代数课程教学探索[J]. 高等理科教育, 2022(2): 79-87.

[8] 杨文霞, 何朗, 周俊. 线性代数课程思政建设与教学实践[J]. 大学数学, 2022, 38(1): 38-44.

[9] 甄苓, 庞慧慧. 大学数学课程思政解析——以中国农业大学为例[J]. 大学数学, 2026, 42(3): 47-54.

- [10] 樊红云. 基于课程思政的经济数学课程教学改革[J]. 高师理科学刊, 2026, 46(2): 78-82.
- [11] 浙江省 2023 年 42 部门投入产出表[EB/OL]. 2026-01-20.
https://tjj.zj.gov.cn/col/col1229418434/art/2026/art_74d2e36edf4d4a6288e775afb5a3ca0a.html, 2026-07-10.