

# 2021 年北京市高等教育教学成果奖 成果总结和支撑材料

成果名称：多维联动融合的线性代数混合式金课建设和实践

成果完成人：崔丽鸿、姜广峰、姜冬青、赵中华、周冬梅、

苏贵福、郭威力

成果完成单位：北京化工大学

附件目录..... 1-3 页

■ 成果总结..... 5-26 页

■ 支撑材料..... 1-465 页

1. 课程和教学成果、教学荣誉获奖清单及证书或截图（列出 28 项）..... 1-15 页

- (1) 北京市教学名师奖（2021 年），崔丽鸿；
- (2) 北京高等学校优秀公共课主讲教师（2019 年），崔丽鸿；
- (3) 首届北京高校大学数学课程教学创新示范交流活动二等奖（2021 年），  
崔丽鸿，姜冬青，赵中华，郭威力；
- (4) 北京市高等教育教学成果二等奖（2017 年），崔丽鸿等；
- (5) 北京高校优质本科课程，线性代数（2019 年），崔丽鸿；
- (6) 北京高校继续教育高水平教学团队工程数学课群教学团队（2019 年），  
崔丽鸿等；
- (7) 教育部在线研究中心“拓金计划”首批示范课程，矩阵论及其应用  
（2021 年），崔丽鸿，赵中华，李季；
- (8) 北京高校优质本科教材课件，线性代数（2020 年），姜广峰，崔丽鸿；
- (9) 北京市精品课程，线性代数（2005 年），姜广峰；
- (10) 北京市教学名师奖，（2008 年），姜广峰；

- (11) 北京市优秀教育工作者 (2017 年), 姜广峰;
- (12) 政府特殊津贴, (2019 年), 姜广峰;
- (13) 北京市优秀教学团队, 团队带头人 (2008 年), 姜广峰;
- (14) 北京高校数学微课程教学设计竞赛一等奖 (2015 年), 苏贵福;
- (15) 全国高校数学微课程教学设计竞赛华北赛区一等奖 (2015), 苏贵福;
- (16) 第二届全国高校微课教学比赛北京市三等奖 (2015), 苏贵福;
- (17) 全国高校数学微课程教学设计竞赛华北赛区二等奖 (2019), 苏贵福;
- (18) 北京高校数学微课程教学设计竞赛二等奖 (2019), 苏贵福;
- (19) 校级优秀教学成果特等奖 (2016 年), 崔丽鸿等;
- (20) 校级优秀教育教学成果一等奖 (2020 年), 崔丽鸿等;
- (21) 校级在线教学示范课程, 线性代数 (2020 年), 崔丽鸿等;
- (22) 校级课程思政示范课程, 线性代数 (2019 年), 崔丽鸿等;
- (23) 校级课程思政示范课程, 矩阵论及应用 (2020 年), 崔丽鸿等;;
- (24) 校级课程思政优秀教学案例一等奖 (2020 年), 崔丽鸿;
- (25) 校级优秀教材特等奖, 线性代数 (2020 年), 姜广峰, 崔丽鸿
- (26) 校级十佳教师奖 (2010,2017,2019 年), 崔丽鸿;
- (27) 校级优秀一线教师 (2010,2017,2019 年), 崔丽鸿;
- (28) 校级课程思政优秀教学案例一等奖 (2020 年), 赵中华。

2. 教改项目清单及部分结题意见截图 (列出 13 项) ..... 16-22 页

(1) 教育部大学数学课程教学指导委员会项目

- 1) 面向新工科的大学数学基础课程体系构建——以部分工科优势高校为例, 2019-01 至 2020-12, 姜广峰主持
- 2) 大学数学课程质量评价指标研究与数据发布, 2019-2020, 姜广峰主持
- 3) 基于 MOOC 与智慧教学下, 大学数学课程教学模式、教学方法、学习过程评价方法的研究与实践, 2019-01 至 2020-12, 崔丽鸿主持, 结题为优秀
- 4) 新媒介环境下《线性代数》课程教学中培养学生创新思维和能力的研究实践 2015-11 至 2017-08, 崔丽鸿主持
- 5) 高水平特色行业型大学《线性代数》课程数字化资源建设, 2013-12 至 2015-08, 姜广峰主持

6) 新时代大学数学系列新形态教材范式研究与应用研究, 2021-07 至 2023-06, 崔丽鸿主持

**(2) 中国高等教育学会项目**

7) “双一流”背景下高水平教师队伍建设的机制体制创新研究, 2018-2020, 姜广峰主持

**(3) 北京市教委项目**

8) 线性代数优质本科课程, 人才培养共建项目, 2020-12 至 2020-12, 崔丽鸿主持

9) 析数悟理、思政立德—在数理公共基础课群中融入课程思政的探索与实践, 2020-08 至 2022-08, 邵晓红主持, 姜广峰排名第 2, 崔丽鸿排名第 6。

**(4) 教育部在线教育研究中心**

10) 线性代数混合式教学试点项目, 2017-09 至 2019-08, 崔丽鸿主持

**(5) 高等教育出版设项目**

11) 线性代数课程的数字化资源建设, 2016-12 至 2017-12, 崔丽鸿主持

12) 线性代数在线测评系统建设, 2017-01 至 2019-8, 崔丽鸿参与

**3. 出版的教材清单及佐证 (列出 6 项) .....23-27 页**

(1) 姜广峰、崔丽鸿主编:《线性代数》, 高等教育出版社, 2015 年

(2) 崔丽鸿、姜广峰:《线性代数导学备考一书通》, 化学工业出版社, 2011 年

(3) 姜广峰, 崔丽鸿, 线性代数难点剖析与和典型例题讲解, 高等教育出版社 高等教育电子音像出版社, 2018 年。

(4) 彭建华主编, 崔丽鸿等参编:《线性代数典型题解析及自测试题》, 西北工业大学出版社, 2000 年

(5) 杨永愉、李秋姝、崔丽鸿:《高等数学学习辅导》, 化学工业出版社, 2007 年。

(6) 刘渭川、龙洪波主编, 崔丽鸿等副主编:《高等数学概念释义与错解辨析》, 武汉工业大学出版社, 1995 年。

4. 自主建设的在线课程清单及网址（列出4项） .....	28 页
(1) 《线性代数典型习题讲解》MOOC 课程，在爱课程平台运行 7 期；	
网址： <a href="https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002607035">https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002607035</a>	
(2) 《线性代数》优慕课课程，在北化在线运行 4 期；	
网址： <a href="https://course-proxy2.buct.edu.cn/meol/index.do">https://course-proxy2.buct.edu.cn/meol/index.do</a>	
(3) 《矩阵论及其应用》MOOC 课程，在学堂在线运行 3 期；	
网址： <a href="https://www.xuetangx.com/course/SDDXP0854003501/7770016">https://www.xuetangx.com/course/SDDXP0854003501/7770016</a>	
(4) 线性代数 MOOC 课程等待上线中。	
网址： <a href="https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002602034?tid=1002790094">https://www.icourse163.org/course/BUCT-1002602034?tid=1002790094</a>	
5. 混合式教学设计流程图和内容的模块划分列表 .....	29-30 页
6. 基于 BOPPPS 模型的混合式教学设计表单样例 .....	31-32 页
7. 课程思政案例列表及教学设计 15 个 .....	33-142 页
8. 典型应用和计算软件清单及案例展示 .....	143-179 页
9. 课后高阶性讨论题列表 .....	180-181 页
10. 在国内重要教学会议上的报告清单和部分截图 .....	182-183 页
11. 参加教学能力提升和课程思政学习培训的证书 .....	184-185 页
12. 最近一学期的线性代数课程教案 .....	186-464 页
13. 申报一流课程时的说课视频（剪辑前的，12 分钟） .....	465 页

## ■ 成果总结

### 一、成果主要贡献

本成果针对大班教学下，线性代数教和学的痛点问题，从“三微变融合MOOC/SPOC+智慧教学工具”的“四化四用”，再到“抗击疫情”形势下“三环+重构+迁移”的线上教学，形成了适应新时代特征的五位一体、多维联动、融合思政的线上线下混合教学新体系。

依托线性代数 MOOC 课程和北化在线线性代数课程，将提出的“多层次、四模块、四路径”的“344”课程思政，有机融入线上线下混合式教学，创新并践行了“344”课程思政与教学全过程的融合式教学，实现课程教学与信息技术的深度融合，教学模式与线上线下混合式教学的对接连通，课程思政与有效教育的同向同行。形成了一系列非常有效的解决方案，具有非常好的辐射、推广和应用价值。

本成果获 2021 年校级优秀教育教学成果示范课程一等奖。本成果中的相关内容曾得到北京市教委、教育部高等学校大学数学课程教学指导委员会、高等学校大学数学教学研究与发展中心、高等教育出版社、北京化工大学的支持肯定和高度评价。



## 二、成果背景

1. 线性代数是我国高等院校理、工、经管等各专业培养计划中重要的公共基础课，也是考研数学必考科目之一。覆盖面大，课程建设与人才培养密切相关，解决好知识传授与价值引领的融合问题，对高校课程思政建设具有重要的示范作用。

2. 线性代数课程特点（内容抽象、大班教学等）、学生差异（学习能力和主动性）、教与学存在鸿沟（不能有效及时反馈等），都给教学带来一定的挑战，如何提高课堂的抬头率，参与率，自主学习率等至关重要。

3. 互联网环境下，以MOOC为代表的信息技术与教育的深度融合，也在改变传统教育的理念和教学组织方式。

在这一背景下，教学团队通过学情分析，定期研讨教、学、评的问题，依托长期的积累和不断地更新迭代，探索出依托 MOOC/北化在线/智慧工具的线性代数课程在建、用、学、评等方面的有效经验。



为达到预期的教学目标，我们通过分析**课程特点**、**学生特点**、**教学痛点**

### 课程特点

公式多、关系杂、  
符号多、抽象强、  
学生多、班级大、  
要讲透、学时紧

### 学生特点

学习抽象理论知识  
存在畏难情绪  
学习方法和能力  
存在个体差异  
学习茫然

### 教学痛点

教与学之间存在能力鸿沟  
教学设计精准性不足  
学生参与度不够  
教学反馈不及时  
过程评价量化难

在课程级别**落地教学目标**



### 三、成果特色

教学团队自主编写教材、录制微视频、自主录制慕课，在此基础上结合线上线下混合式教学、多元化过程考核、课程思政的融入，构建了五位一体、多维联动的适应新时代特征的教学体系，打造了一个线上线下混合式、全方位立体化的课程学习场景。

1. 以“344”的课程思政建设体系，基于 BOPPPS 模型和智慧平台，高效实现“任务驱动的三环式”线上线下混合式教学。

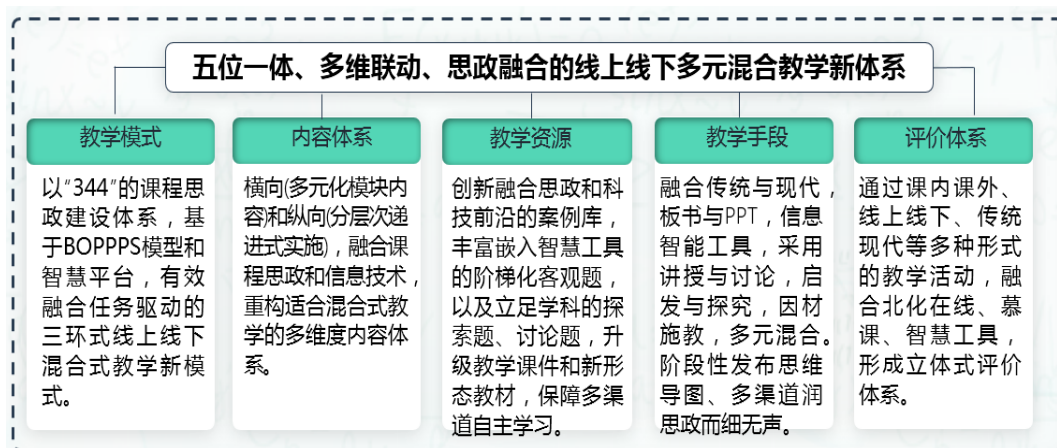
2. 横向(多元化模块内容)和纵向(分层次递进式实施)，融合课程思政和信息技术，重构适合混合式教学的多维度内容体系。

3. 创新融合思政和科技前沿的案例库，丰富嵌入智慧工具的阶梯化客观题，以及立足学科的探索题、讨论题，升级教学课件和新形态教材，保障多渠道自主学习。

4. 创建并践行基于 BOPPPS 模型和成果导向的教学方法，融合传统与现代，板书与 PPT，信息智能工具，采用讲授与讨论，启发与探究，因材施教，多元混合。打造器法交融，动静有序，有料有趣，教学合一的智慧新课堂。

5. 通过课内课外、线上线下、传统现代等多种形式的教学活动，融合北化在线、慕课、智慧工具，形成立体式评价体系。

### 四、成果简介及主要解决的教学问题





#### 四、成果简介及主要解决的教学问题

##### 成果简介

针对互联网+背景下《线性代数》课程教学和改革问题，在长期的持续的课程建设和实践中，依托 MOOC+北化在线等平台开展课程教学的探索实践，并在建、用、学、管等方面取得可喜成果。

##### 1. 与时俱进地构建了多平台多维度“金课”在线教学资源

以“金课”建设为目标，开发研制了“模块化、碎片化、立体化、案例化、数字化”的五化教学资源，通过多平台融合为学生创建科学系统、匹配合理的优质课程资源，完美达到教材、数字化资源、数字化课程、在线课程的有机统一。取得以下标志性成果：

(1) 出版线性代数教材 3 部，其中 1 部为新形态教材，一部为数字化立体课程，一部为导学和题型教辅。



(2)建设在线课程4门,《线性代数典型习题讲解》在爱课程平台运行7期,线性代数即将开课,《矩阵论》在学堂在线运行3期,线性代数在优慕课北化在线独立教学班开设2年。

(3)资源持续升级扩充,如构建了融合思政和应用的案例库、阶梯化题库等。

## 2. 建以致用,形成了五位一体、多维联动融合的混合教学新模式。

充分利用构建的优质资源,聚焦于怎么用?怎么教?如何评?创建并实践了从“问题驱动+多元混合”的“四用”教学,过渡到“三微变融合MOOC/SPOC+智慧教学工具”的线上线下混合式教学,到“抗击疫情”形势下“三环+重构+迁移”的线上教学,再到以“344”课程思政融混合式的有效教学。高效实现教学内容与混合式教学的对接连通,课程思政与有效教学的同向同行,教学方式与信息技术的深度融合。取得以下标志性成果:

- (1)北京高校优质本科课程(2019)及优质教材课件(2020);
- (2)校级优秀教学成果一等奖(2021);
- (3)教育部在线研究中心首批混合式教学试点课程(2017);
- (4)被推荐申报国家级一流课程(2021)。

## 3. 教学相长,春风化雨,全面落实立德树人,成就师生互进共赢

结合线上线下多元混合式教学以及课程考核评价上的创新助力课程思政,完善了以需求和目标(呈现知识、能力、素质)为导向的分类别课程教学计划,提出“三层次、四模块、四路径”的线性代数课程思政建设方案,创新教学案例,融思政而细无声,全面落实立德树人根本目标。主要体现在:

(1)校级首批课程思政示范课程(2019),被推荐申报北京市课程思政示范课程(2021)。

(2)北京市教学名师2人,首届北京高校大学数学课程创新交流示范活动二等奖。在重要教学会议应邀报告10余场,获得好评。

- (3)学生满意度高,2人多次被学生评为十佳教师、优秀一线教师。
- (4)提升学生学习的主动性、参与度、获得感、体验感的教学设计和方法。
- (5)解决教学单一、学生自主性学习不足、不能及时反馈等问题。
- (6)解决重结果轻过程、重理论轻实践、重课内轻课外等。

## 资源形成特色

### 线性代数典型习题讲解 MOOC开课7期



### 线性代数 北化在线开课3期



### 线性代数 MOOC即将开课



### 矩阵论及其应用 MOOC开课3期



## 遵循“344”，不断充实“四模块”的教学案例。

### 例如：

在讲解行列式的定义、对称矩阵、方程组的等价表示、三秩相等原理、二次型的表示时，呈现线性代数中蕴含的符号美、简约美，统一美，让学生体会其中的诗情画意，增进善和美的追求，提高信心拓宽视野。

### 例如：

在讲解矩阵的初等变换、线性方程组的消元法时，融入九章算术中“方程术”的思想，让学生进一步感受我国数学的悠久历史和伟大成就。在讲解逆矩阵时，结合大数学家华罗庚一夜破译密码的感人故事，厚植学生科技报国的家国情怀和使命担当。



### 例如：

在讲解向量的极大无关组、齐次线性方程组的基础解系、向量空间的基时，让学生体会其中蕴含的哲学和辩证唯物主义思想，培养学生正确的世界观和方法论。在讲解分块矩阵时，引申在遭遇困难时，不能悲观绝望，或许是新局面的起点，从而柳暗花明又一村，培养学生克服困难、增强面对挫折的意志和勇气。

### 例如：

在讲解较为抽象的向量的线性相关性、正交矩阵、特征值与特征向量的内容时，通过严格的数学训练，培养学生认真细致、一丝不苟的严谨作风和精益求精的精神，同时结合直观的几何意义，拓展学生形象化思维。

## 教材与时俱进

### 新形态教材



### 数字课程



### 教学辅导书



## 案例创新亮点

## 应用案例及计算软件实现

### 化工、物理等

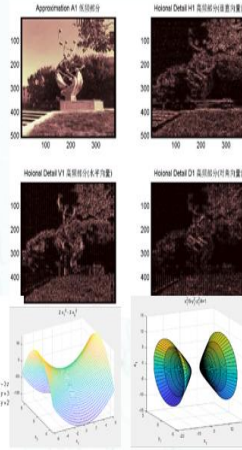
化学方程式配平问题  
物质向量空间及线性变换  
药方配置问题  
热传导温度分布  
调味品的配置  
化肥使用优化问题  
小行星轨道方程  
电阻电路计算

### 信息等

曲线曲面的可视化  
秩与奇异值  
CT图像的重建问题  
希尔密码问题  
对称矩阵的特征分解  
小波分解重构算法与矩  
小波图形与特征向量

### 经济、生活等

最小二乘应用问题  
成本核算问题  
田忌赛马的对策矩阵  
价格平衡模型  
路口交通流量分析  
人口迁徙



## 案例展示

### 案例1：矩阵的秩与战疫情下的“秩”序——人脸识别算法

教学活动 6：教学和科研论文-疫情下的“秩”序-机器学习算法：

- 通过呈现不同教材中矩阵秩的等价定义、秩的教学研究和科研论文，引入人脸识别，并自然融入战疫情下遵守“秩”序的意义。
- 结合人脸识别算法与奇异值，奇异值与矩阵秩的关系，让学生感受到线性代数是解决实际问题和大数据处理与计算的有力武器。从而训练科学本领，培养科研探索能力，孕育勇攀高峰精神。

**秩** 是线性代数中的一个抽象且核心的概念，贯穿整个学科始终。

**秩** 是矩阵理论更深层次的性质。

**秩** 是一个自然数，建立了各个理论研究对象之间的本质的内在联系。

**白话文《说文解字》：**  
秩，有序堆积。  
**诗经上有诗句：**  
禾谷堆积起来，整齐而有序。  
**秩的引申义：**排列，次序。

• 遵守社会规则，维护防疫秩序。  
• 秩序井然地排队是一种良好的习惯。

这是一个循序渐进的过程，在后面章节的不断学习中，大家会对“秩”有更深层次的解读。

## 五、成果解决教学问题的方法

为解决教学问题，定位准确的教学目标、匹配恰当的教学内容、融合智慧的教学手段、精心设计的教学任务、合理有效的教学评价是至关重要的。

### 1. 教学目标

结合社会需求以及北化对人才培养的定位，教学团队将线性代数的课程目标分别从知识能力和素质层面进化为可操作可测评的目标。

### 2. 对教学内容

(1) **内容重构**：以立德树人为根本，基于金课"两性一度"标准，重构优化教学内容，持续更新在线课程，实现课程内容与混合式教学模式对接。例如：划分出需要精讲还是粗讲，适合线上还是线下、课内还是课外的教学内容。

(2) **育人内容**：构建线性代数课程思政育人大纲，挖掘梳理每章课程思政融入点，在知识传授中实现价值引领。

(3) **高阶内容**：通过多种方式为学生提供高阶性、创新性的课程内容。例如：把科研成果与课程内容结合，在讲矩阵特征值和特征向量时，引入小波函数值的计算及图形实现。

### 3. 对教学方法

(1) **多元混合**：倡导因材施教，有的放矢，一法为主，多元混合的教学方法。例如：根据教学内容和学生特点，将启发式、互动式和探究式等多种教学方法适时融入教学过程。

(2) **信息为器**：以生为本，信息为器，依托多平台和智慧工具开展任务+问题驱动下的混合式教学。例如：对于较难和重点的内容，精心设计课前、课中、课后三环节的教学活动。

(3) **有效教学**：分解教学目标为可操作可测评，深度融合信息技术和智慧工具，基于 BOPPPS 模型和成果导，精准设计各个教学环节，让学生动起来并及时得到反馈。

### 4. 对教学手段

(1) **研制可视化课件**：以信息技术为支撑，制作全部课程的教学课件并持续打磨升级，通过动画、图形、超链接（如 MATLAB 计算案例）、嵌入智慧工具（如雨课堂等）等，实现化抽象为可视生动，化枯燥为形象有趣，高效突破数学课程

中的抽象、重难点等问题，展示“数学理论方法”的计算机实现过程，实时检测学生学习效果并及时反馈。

(2) **结合板书与多媒体**：一方面，线性代数课程概念多，式子大，计算繁，班级大，采用多媒体进行课堂教学更为有效。另一方面，课程内容思维推理性强，环环相扣，采用板书更利于学生对逻辑推理部分的理解。因此，传统板书和多媒体有机结合，合理布局尤为重要。

(3) **灵动运用智慧工具**：依托建立的MOOC/北化在线、微信群、雨课堂等，精心设计课前、课中、课后三环节的教学活动，科学运用丰富的在线题库，高效实现“传统与现代、课内和课外、线上和线下、过程和结果”四结合教学为手段的线上线下混合式教学，开阔学生学习视野和数字化思维。

### 5. 对如何考评

通过课内课外、线上线下、传统现代等多种形式的教学活动，融合北化在线、慕课、智慧工具，构建知识、能力与思政考核并重的“多元化”考核评价体系。

**结合新工科要求、北化对人才培养的定位以及混合式教学的特征，教学团队将线性代数课程目标分别从知识能力和素质层面进化为可操作可测评的目标。**

**线性代数课程教学目标** → **可操作的目标。以一节课的教学目标为例**

<p>● <b>三位一体的教学目标：</b> 线性代数课程以“知识传授、能力培养、价值引领”三位一体的教育教学为目标。</p> <p>● <b>通过本课程的学习，要求学生达到如下目标：</b> G1-掌握矩阵、行列式、线性方程组、向量组、矩阵特征值与相似对角化、二次型等基本理论与方法，要求学生理解相关的数学思维方法，掌握相关的运算技能。 G2-熟悉线性代数处理问题的方法和特点，增强学生的数学素养、数学计算、抽象思维与逻辑思维能力，空间想象能力，以及综合运用所学知识去分析问题和解决复杂工程问题的能力。 G3-在科学思维方法的训练和科学伦理的教育方面得到潜移默化的正向引导，提升探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。</p>	<p>(1) <b>知识和能力。</b> 通过授之以鱼(知识)、渔(方法)，喻(思想)，让学生从单纯掌握线性代数知识、方法提升为深刻体悟学科思想、实现思维能力上的飞跃。</p> <p>(2) <b>过程和方法。</b> 通过任务驱动、信息技术、三环式(课前、课中、课后)混合教学，转变学生从被动学、参与少、体验差到主动学、兴趣增、成效好。</p> <p>(3) <b>情感和价值。</b> 通过有机融入数学文化、高阶性案例、学术科研成果，让学生感受到数学学科中蕴含的美学哲理、科学精神和现代算法的魅力，增强学习动力和热情。</p>	<p><b>正交矩阵</b></p>	<p><b>课前</b></p>	<p><b>课中</b></p>	<p><b>课后</b></p>
		<p><b>目标</b></p>	<p>掌握向量组正交化的知识，培养了自主学习的能力，训练了独立思考的素质。</p>	<p>掌握向量旋转的矩阵背景，了解正交矩阵的定义及等价判定方式，培养了逻辑推理的能力，训练了多角度思考问题的素质。</p>	<p>掌握正交矩阵的几何意义，培养了解决复杂问题的能力，训练了学以致用素质。</p>
		<p><b>线上</b></p>	<p>预习北化在线课程资料，完成课前小测。</p>	<p>完成雨课堂推送的课堂同步练习。</p>	<p>参加MOOC平台关于正交矩阵性质的讨论。</p>
<p><b>线下</b></p>	<p>复习前期所学正交向量的性质以及向量组施密特正交化的过程。</p>	<p>重点讲解正交矩阵的性质和等价判定，利用旋转功能完成红旗五角星的制作。</p>	<p>完成课后巩固测试的作业，从2阶矩阵的例子中思考其他的几何意义。</p>		

**北化在线 教育综合平台**

**第7次课学习导引(3.3节矩阵的秩)**

知识能力和素质

过程和方法

情感态度和价值

课前

课中

课后

任务1：辨别矩阵秩的数学含义并举例

任务2：自学完成A阶子式的相关概念

任务3：预习并思考问题听课

第1节课：矩阵秩的概念和基本性质

第2节课：矩阵的秩与初等变换法

第3节课：矩阵秩的计算举例

思考题：矩阵的秩和行列式中元素的余子式有何联系和区别？

第7次在线测验(10分钟电话)

第7次作业完成时限105-106页，习题3.3-2(1)；3(2)；4。

小组讨论题：矩阵的秩与线性方程组的关系。

有问题请进QQ答疑群。

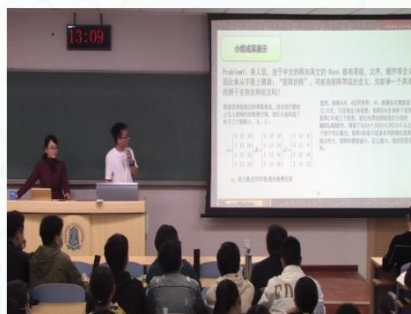
## 课前线上环节--重在“导学”

发布学习导引、任务+问题、以测代签

通过“任务+问题”驱动，过程化引导和检测，实现“学会+会学”，提升学生自主学习能力

## 课中环节----重在“动”起来

恰当的翻转（占总学时的6-10%）



## 课后线上环节--重在“梳理+深化”

高阶性讨论题、小组探索题

(化学方程式配平问题) 在用化学方法处理污水过程中, 有时会涉及到复杂的化学反应. 这些反应的化学方程式是分析和工艺设计的重要依据. 在定性检测出反应物和生成物之后, 可以通过求解线性方程组配平化学方程式.

某厂废水中含 KCN, 其浓度为 650mg/L. 现用氯氧化法处理, 发生如下反应: .

$$\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}.$$

投入过量液氯, 可将氰酸盐进一步氧化为氮气. 请用数学软件配平化学方程式: .

$$\underline{\quad} \text{KOCN} + \underline{\quad} \text{KOH} + \underline{\quad} \text{Cl}_2 = \underline{\quad} \text{CO}_2 + \underline{\quad} \text{N}_2 + \underline{\quad} \text{KCl} + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O}.$$

帮助学生深度思维，提升高阶能力

## 课后线上环节--重在“梳理+深化”

### 阶段性思维导图+知识点口诀

The collage displays various educational resources:

- Left:** A large, colorful mind map titled '线性代数' (Linear Algebra) with branches for '行列式' (Determinants), '向量' (Vectors), and '线性方程组' (Systems of Linear Equations).
- Middle:** A screenshot of a '主题详情' (Topic Details) page for '第三章思维导图' (Chapter 3 Mind Map), dated 04月17日.
- Right (Top):** A '综合讨论区' (General Discussion Area) showing a list of discussion topics for chapters 4 through 7, with dates ranging from 06月27日 to 06月29日.
- Right (Bottom):** A yellow sticky note titled '§4.2 向量组的线性关系 小结' (Summary of Linear Relationships of Vector Groups). It contains definitions and criteria for linear dependence and independence, including the rank of a matrix  $A$  and the relationship between the number of vectors  $n$  and the rank  $r$ .

不忘从教初心，牢记育人使命，注重多途径润课程思政而细无声。例如，MOOC发布讨论题助力课程思政。

The screenshots illustrate the integration of MOOCs and discussion forums:

- Left:** A screenshot of a MOOC discussion forum for '线性代数典型习题讲解' (Typical Exercises in Linear Algebra). A post discusses the significance of the number '0' in the context of the COVID-19 pandemic, linking it to the concept of a zero matrix in linear algebra.
- Middle:** A screenshot of a MOOC course page for '线性代数课程思政' (Linear Algebra Course Ideological Education). It lists various discussion topics related to the course.
- Right:** A screenshot of a list of discussion topics, including '有关二次型的思政专题' (Ideological Education Special Topic on Quadratic Forms) and '初等变换与方程组求解的思政专题' (Ideological Education Special Topic on Elementary Transformations and Solving Systems of Equations).

## 六、成果创新点

### 1. 构建了五位一体、多维联动的适应新时代特征的教学体系

体系为纲，多维递进。针对大班教学下，线性代数教和学的痛点问题，从“三微变融合 MOOC/SPOC+智慧教学工具”的“四化四用”，再到“抗击疫情”形势下“三环+重构+迁移”的线上教学，形成了适应互联网背景下的五位一体、多维联动、贯通融合的混合教学新体系。完美实现育人能效，智慧高效，互动有效，评价实效。

### 2. 创新并践行了“344”课程思政与教学全过程的融合式教学

课程思政，润物无声。融合教学依托线性代数 MOOC 课程和北化在线线性代数课程，将提出的“三层次、四模块、四路径”的“344”课程思政，有机融入

线上线下混合式教学，注重多途径润课程思政而细无声。例如，线上发布阶梯化讨论题探索题助力课程思政。

### 3. 创建并践行基于 BOPPPS 模型和成果导向的教学方法

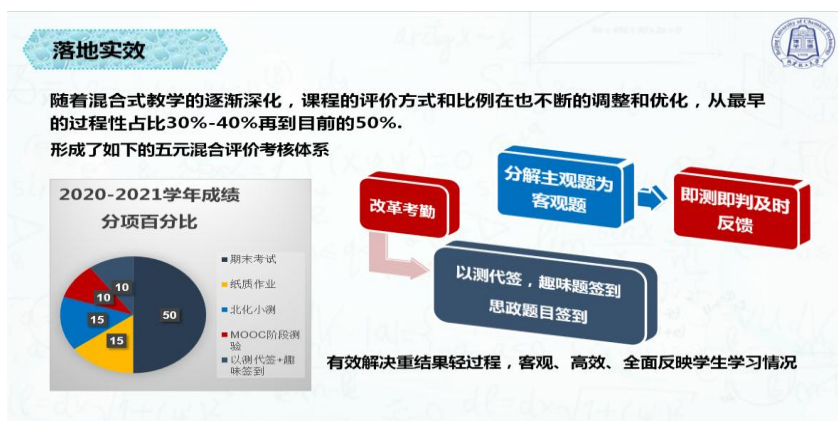
**以学生为本，器法交融。**基于 BOPPPS 模型的 6 个环节（导入、目标、前侧、参与、后侧、总结），精心设计课前、课后和课中“三环节”的组织实施，创新教学方法，落地教学目标。例如，课前环节依托在线平台发布任务驱动+学习引导等，课中借助信息化手段和智慧工具，将启发式、互动式和探究式等多种教学方法适时融入教学过程，提高学生课堂学习的深度参与度。课后通过作业、在线测试、阶段性思维导图、讨论题、探索题，激发学生学习兴趣和热情，提升了学生的参与度和获得感，增强了学生的高级思维和勇于探索的科学精神。

### 4. 与时俱进地构建了多平台多维度“金课”在线教学资源

**资源为基，内容为王。**以“金课”建设为目标，开发研制了“模块化、碎片化、立体化、案例化、数字化”的五化教学资源，通过多平台融合为学生创建科学系统、匹配合理的优质课程资源，完美达到教材、数字化资源、特色案例、在线课程的有机统一。

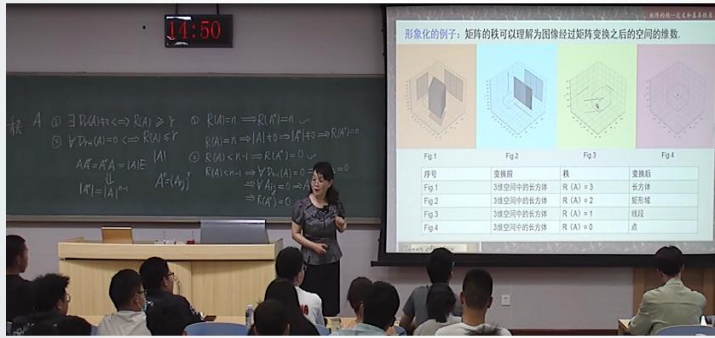
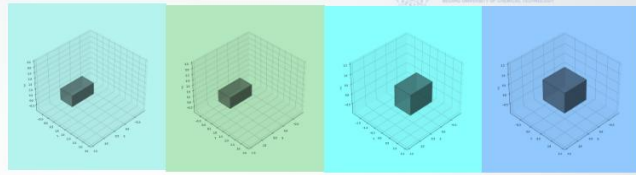
### 5. 建立了行之有效的五元考核体系

**多元评价，落地有道。**创建由以测代签，北化在线周测，MOOC 单元测验，作业为主的四元过程性评价和终结性评价的五元考核体系。改革考勤从扫码签到为以测代签+趣味题签到，融入自我评价作为课程思政的评价指标，分解主观题为系列客观题，实现即测即判及反馈，有效解决重结果轻过程，客观、高效、全面反映学生学习情况。体现了学生学习为中心的混合式教学育人能效。





例如：对于推导性质、逻辑思维性质的内容，黑板板书精讲，对于抽象的内容，充分利用信息技术，制作动画，化抽象为可视。对于难点内容，分解知识点嵌入雨课堂小测实时检测学生学习效果。



探索多种形式的参与式教学方法

提出并实践了三环节学习目标为导向的三段式有的放矢，多元混合的教和学的方法



多选题 4分

先备知识的在线小测)

下列叙述正确的选项有

A 矩阵  $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$  中有3个2阶子式，分别为  $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 0 \end{vmatrix}$ .

B 矩阵的子式是一个行列式，可能有的为零(称为零子式)，有的不为零(称为非零子式)。

C 任意  $m \times n$  矩阵，它的  $k$  阶子式有

D 设  $A$  是一个3行4列的矩阵，当  $k$  阶子式不一定都为零。

选项	人数
A	105
B	113
C	104
D	36

## 七、成果推广应用效果

### 1. 在线课程和教材等资源的应用和效果

(1) **以用促建，建用合一。**团队主讲的中国大学 mooc 平台的线性代数典型习题讲解，自 2017 年初上线，从 SPOC 到 MOOC，我们一直探索着“用”好这个关键，连续开课 7 期，学习响应度高，效果优，评价高（483 条，4.8 分）；统一建设，教学班独立运行的北化在线的线性代数课程，自 2020 年 2 月助力疫情教学以来，及大方便了个性化教学；在学堂在线上线的矩阵论及其应用课程为教学提供了高阶性拓展的条件。

(2) **新形态教材、导学一书通教材、线代数字课程**为教师的教和学生的学提供了有利的保障，**获得优秀的反馈和效果。**例如，在高教出版出版的《线性代数》教材自 2015 年出版到 2020 年，累计印刷 7 次，在化学工业出版社出版的《线性代数典型习题讲解》截止 2019 年累计印刷 9 次，使用者主要分布在全国 10 余个省、市、区的多所高校，并得到很好反馈反响。

(3) **课程思政案例、结合工程应用和计算软件的案例、阶梯化的探索题、讨论题、测试题库等的应用**，在春风化雨中**助力了知识、能力、素质三位一体的培养目标。**

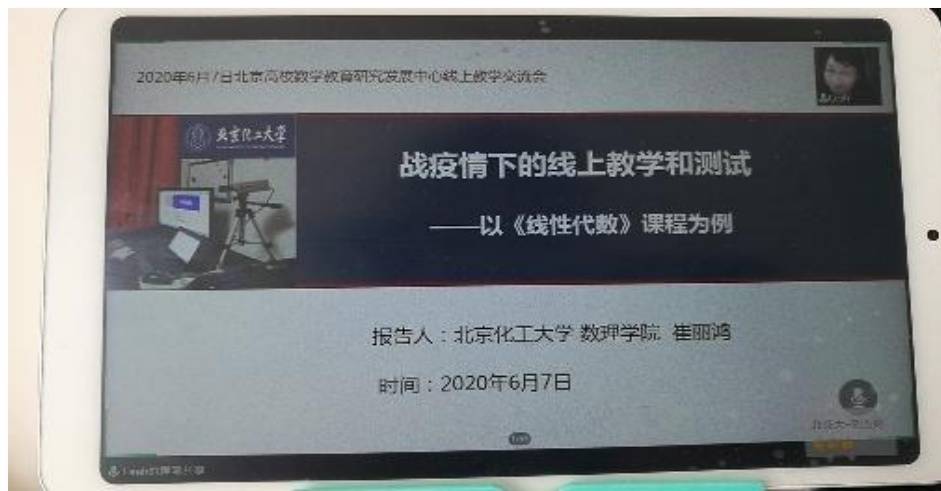
### 2. 以“344”课程思政融混合式的教学模式应用和辐射

(1) **成就师生互进共赢。**“三层次、四模块、四路径”的 344 课程思政与线上线下混合式教学的实践，提升了教师教学自身的思想政治道德素养和专业素养能力，促进教师教学手段多元化，提高了学生对于抽象难学课程的学习兴趣和热情，全面高效落实了立德树人根本任务。

(2) **学生学习成果丰富。**调查问卷显示，学生的自主学习能力、获得感、成长度、解决复杂问题和综合应用能力都得到很好提升。例如，课程组姜冬青老师指导的数学建模竞赛团队获得全球排名前 5%的 F 奖。

(3) **交流和推广获得好评。**姜广峰教授、崔丽鸿教授近 2 年应邀在各种教育教学会议上报告 10 余场，介绍教学改革成果，获得来参会代表师生的好评。以研促教，教研并进，持续获得教育部大学数学教学研究与发展中心项目、高等教育出版的大力支持和高度评价。





### 教学案例展示3-4

#### 3. 姜广峰教授教学案例：矩阵与方程术

在课程教学中介绍中国在《九章算数》以前就有了“方程”和“矩阵”，其中的“消元法”就是现代方程组消元法和矩阵初等变换。吴文俊先生开创机器证明与符号计算的“吴方法”的思想就是来自于中国古代的“方程术”。引入此案例，弘扬了中国文化，增强了学生民族自豪感、文化自信心和爱国情怀，也提高了学生学习线性代数的热情。

#### 4. 姜广峰教授教学案例：北斗导航系统的四星定位问题：

讲解如何用线性代数来解决“北斗导航”系统的四星定位问题等案例，激励学生家国情怀和求知欲望

§1.1.1 矩阵的概念

【例2】线性方程组的增广矩阵：  
 《九章算术·方程》今有：  
 上禾三束，中禾一束，下禾二束，实四斗；  
 上禾二束，中禾一束，下禾三束，实三斗；  
 上禾一束，中禾三束，下禾二束，实二斗；  
 问：上、中、下禾实一秉各几何？

【解】设上禾实一秉为  $x$  斗，  
 中禾实一秉为  $y$  斗，  
 下禾实一秉为  $z$  斗，  
 则有三元一次线性方程组

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 & 40 \\ 2 & 1 & 3 & 31 \\ 1 & 3 & 2 & 24 \end{pmatrix}$$

常数列

x 的系数    y 的系数    z 的系数

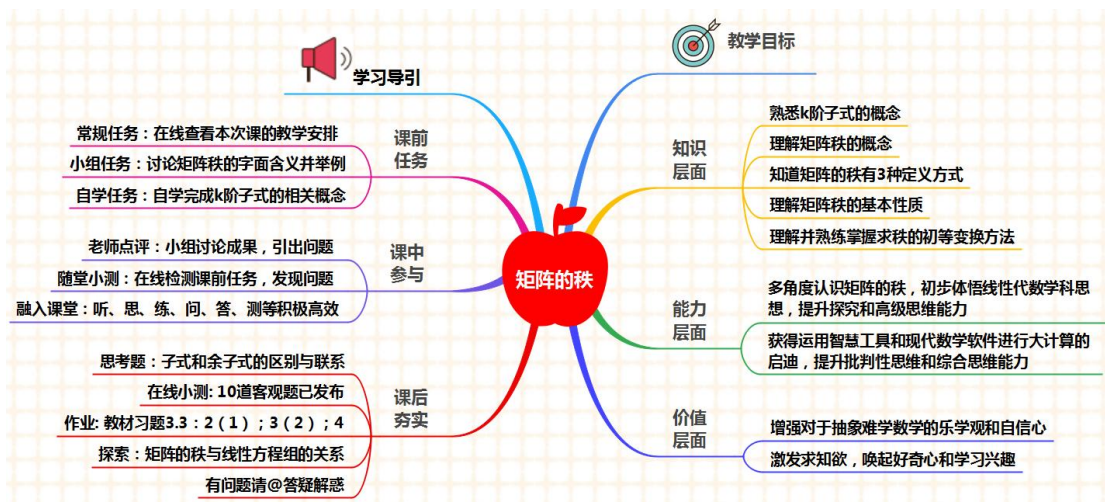




# 案例创新亮点

## 《线性代数》课程思政案例集锦

序号	案例主题	章节	思政要点
1	线性代数中的美学	全书	引导帮助学生从美学（抽象美，简洁美，统一美，奇异美，对称美）的角度去学习和理解所学知识，激发学习兴趣
2	矩阵源于中国	1.1	《九章算术》包含矩阵雏形，体现我国数学文化历史悠久，增强学生的民族自豪感、文化自信
3	防疫二维码中的矩阵	1.1	防疫二维码与矩阵的关系，体现家国情怀
4	矩阵乘法与出行	1.2	矩阵乘法—高铁出行方案—国家建设、民族自豪
5	逆矩阵与解密	1.3	求逆矩阵—信息加密—国家安全—保家卫国
6	矩阵中的“0”和“1”	1.3	零矩阵和单位矩阵蕴含的集体主义观和积极的人生观。
7	范德蒙行列式保障通信安全	2.3	范德蒙行列式—信道安全—搭线
8	疫情下的“秩”序与人脸识别	3.3	维护校园防疫“秩”序刷脸到人脸识别，引出秩与机器学习算法关联，激发学生学习兴趣
9	方程组的有趣应用	3.4	方程组--交通建设—建设祖国、爱国护国情怀
10	大国家队模式的向量组	4.3	“大国家队模式”--“组队上场比赛的小组队”--“向量组的极大无关组”--凝聚力--团结协作力
11	正交矩阵与五星红旗	4.5	向量旋转--五星红旗的制作—爱国情怀
12	北斗导航中的定位问题	5.3	用线性代数来解决“北斗导航”系统的四星定位问题，激励学生家国情怀和求知欲望
13	特征向量与优美的小波	6.1	科教融合案例，培养学生高级思维和应用能力
14	实对称矩阵与生活美	6.3	葡萄酒分类—实对称矩阵的对角化—开阔视野—学习兴趣、家国情怀
15	国家建设中的二次曲面	7.2	二次型—曲面—鸟巢—国家建设、民族自豪感



中国联通 4G 3 K/s 33% 11:28

< 分享 收藏 下载

# 线性代数典型习题讲解

北京化工大学 崔丽鸿

公告 课件 考核 **讨论**

综... 老师... 课堂...

查看全部子版块 >

**老师参与** 0，这个春天最美的数字！  
0，这个春天最美的数字！结合线代知识，谈谈对于“0”的认识吧 2020年...  
崔丽鸿 **老师** 22:22 18 324

如何理解矩阵中的“0”和“1”呢？请同学们发表自己的看法  
来自课件“如何理解矩阵...” 21:40 0 68

0的意义   
0代表着0增长，0复发。0的出现意味着复苏，也意味着春天！

中国联通 4G 134 B/s 33% 11:29

< 主题详情 **老师** ...

**老师参与** 0，这个春天最美的数字！  
0，这个春天最美的数字！结合线代知识，谈谈对于“0”的认识吧 2020年你最喜欢的数字是什么？相信很多中国人最喜欢的数字就是0 它代表着健康、平安 今日春分 桃花灼灼，杨柳青青 湖北连续两日病例0新增 好消息陆续传来0和春天，都让大家久等了  
(以上转自央视新闻) 众志成城，抗击疫情，我们继续加油哦！

崔丽鸿 **老师** 03月21日 顶 18 回复 324

最佳回复

BUCT-材料A1912-2019020324 **李爽** 日  
0的出现在数学史是个奇迹。在线代中，有零矩阵，零行（列）等等。近日，我们开始了行列式的学习，我们总是想方设法使零出现，简化和方便我们的计算；与此同时，还有一...

12 0

回复 18 



[< 回复详情](#)

0，简简单单却又极富有内涵。零是一个分割点，是正负的分割，也是过去未来的分割。许多美好期望的事物都是从零出发，许多不希望看到的事或现象都在往零处逼近，从零结束。2020年，对于0一直在盼望——疫情0增长是多少天来的心心念念，病例的归零是十几亿人盼了又盼。而这期间，却也有不盼0的人——科研工作者总在寻着文献，找着灵感，补充知识，为了不让在家的日子成为0的空白。寻常日子里的我们是不断在开始，清晨初醒时的是一天的零起始，经过一天奋斗，收获满满；而每一次夜晚是一天的总结，也是一天的归零时刻，把不懂弄懂，把任务完成，把计划清单归零。从零开始从零结束，日子一天天的，起点渐渐升高。

BUCT-材料... 18:42

顶1 评论0



1

# 线性代数A

编号: MAT11501T 主讲教师: 崔丽鸿

> 课程维护

√ 课程通知

编辑课程通知

> 教师信息

> 选课学生管理

> 任课教师管理

> 课程间共享

> 邮件答疑

> 学习笔记

> 随堂建议

## >> 通知公告

通知标题

- 请同学们注意第10次作业提交截止时间更改为2020... [置顶]
- 第九次作业即将截止, 请同学们注意 [置顶]
- 第11次课学习导引(翻转课堂) [置顶]
- 第10次学习导引 [置顶]
- 第9次课学习导引 [置顶]
- 第7-8次课Summary(第3章内容提要 and 常见问题... [置顶]
- 第8次课学习导引 [置顶]

## 团队凝心聚力

线性代数课程教学团队有15位主讲教师, 梯队结构合理, 其中北京市教学名师2人。团队成员师德师风好, 教学能力强, 共同参与课程建设和教学改革、定期进行集体备课、教学教案分析研讨, 提升全员教学质量和教学研究水平, 全面落实立德树人根本任务。线性代数课程在长期的建设和不断地沉淀中, 课程形成品牌, 案例创新亮点, 教研相辅相成, 教材与时俱进, 师生互进共赢。

<b>崔丽鸿</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 北京市教学名师 (2021)</li><li>2. 三次被学生评为“十佳教师” (2010, 2017, 2019)</li></ul>	<b>姜广峰</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 北京市优秀教育工作者 (2017)</li><li>2. 北京市教学名师 (2008)</li></ul>	<b>赵中华</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 校级本科和研究生优秀思政案例获得者 (2019, 2020)</li><li>2. 学院优秀主讲教师 (2019)</li></ul>	<b>姜冬青</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 北京市优质线代本科教材课件核心成员 (2020)</li><li>2. 校级线代课程思政示范课程核心成员 (2019)</li></ul>	<b>周冬梅</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 北京市优质线代本科课程核心成员 (2019)</li><li>2. 校级线代课程思政示范课程核心成员 (2019)</li></ul>	<b>苏贵福</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 全国高校教学微课程教学设计竞赛华北赛区一等奖 (2019)</li><li>2. 北京高校教学微课程教学设计一等奖 (2015)</li></ul>	<b>郭威力等</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. 北京高校创新大赛示范课程交流二等奖团队骨干成员</li><li>2. 线代课程思政示范课程建设骨干成员</li></ul>
--	---	---	---	---	--	--

教学有法, 教无定法, 贵在得法, 立德树人, 改革创新, 我们一直在路上。